

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ИС
_____ С.А. Виденин
«23» июня 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

230102.65 Автоматизированные системы обработки информации и управления

Разработка автоматизированного рабочего места оператора электрических
испытаний космического аппарата связи

Пояснительная записка

Руководитель	_____	<u>П.П. Дьячук</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Выпускник	_____	<u>Д.А. Шайнов</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Консультант	_____	<u>О.А. Трифонов</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>Л.С. Троценко</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.А. Виденин
подпись инициалы, фамилия
« 23 » июня 2016 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме _____ дипломного проекта
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Предметная область	6
1.1 Характеристика предприятия и производственный процесс испытаний космического аппарата	6
1.2 Описание и назначение автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи	7
1.3 Недостатки существующего специального программного обеспечения контрольной проверочной аппаратуры (СПО КПА-СТ)	15
2 Проектная часть.....	18
2.1 Выявление требований к программному продукту и характеристика функциональной структуры модернизированного СПО КПА-СТ	18
2.2 Проектирование структурной схемы и архитектуры модернизированного СПО КПА-СТ.....	22
2.3 Проектирование методов построения СПО КПА-СТ автоматизации испытаний космического аппарата	28
3 Разработка модуля проведения электрических испытаний в автоматическом режиме	40
3.1 Выбор средств разработки	40
3.2 Структура циклограммы и работа с файлом формата *.tso.....	40
3.3 Разработка алгоритма выполнения команд управления в автоматическом режиме	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Техническое задание	60

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

3

ВВЕДЕНИЕ

АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» – одно из ведущих предприятий российской космической отрасли, обладает технологиями полного цикла создания космических комплексов от проектирования до управления космического аппарата (КА) на всех орбитах – от низких круговых до геостационарных.

КА считается сложным, наукоёмким, дорогостоящим техническим устройством. В любую новую разработку КА закладываются технические решения, основанные на новейших научных достижениях. Неминуемое усложнение систем КА, приводит к наиболее осложненным схемам экспериментальной отработки на любом шаге изготовления.

Формирование компьютерной поддержки процессов отработки на этапе технологических испытаний привело к созданию автоматизированного рабочего места (АРМ), представляющего собой место оператора электрических испытаний, оснащенное средствами, необходимыми для выполнения им конкретных функций.

АРМ оператора электрических испытаний КА связи гарантирует подготовку входных данных для проведения работ с объектом контролирования и позволяет экономить ресурсы дорогих систем при их взаимосвязанных проверках в намерении оценки качественных и количественных характеристик [4].

Целью дипломного проекта является модернизация информационной системы автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата для снижения воздействия человеческого фактора, которое приведет к увеличению качества и эффективности проведения испытаний.

Уровень качества электрических испытаний улучшится за счет автоматизированной организации управления испытаний. Эффективность испытаний повысится за счет уменьшения необходимых временных людских ресурсов.

Исходя из цели дипломного проекта были поставлены следующие задачи:

- спроектировать структурную схему и архитектуру СПО КПА-СТ, методы построения СПО автоматизации испытаний КА, метод редактирования циклограмм, модель функциональности редактирования, модель функциональности интерпретации;
- разработать алгоритм выполнения КУ для проведения ЭИ КА в автоматическом режиме и алгоритм управления файлами с разным наименованием и форматом;
- осуществить внедрение и тестирование файлов с разным наименованием и форматом.

Структура работы состоит из трех разделов.

В первом разделе пояснительной записки производится анализ предметной области и постановка задачи дипломного проекта. Даются главные определения проблемной области.

Во втором разделе описаны функциональная структура СПО КПА-СТ, архитектура СПО КПА-СТ, описана логика и структура электрических испытаний в автоматическом режиме, представлены разработанные алгоритмы.

Третий раздел посвящен описанию реализации программы управления «Редактор и Интерпретатор ИП» для отработки алгоритмов проведения электрических испытаний КА в автоматическом режиме.

Результатом работы является разработанное СПО КПА-СТ, которое будет использоваться работниками отдела комплексного проектирования и электрических испытаний космических аппаратов, как входные данные.

						ДП-230102.65-2016 ПЗ	Лист
							5
Изм.	Коллич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата		

1 Предметная область

1.1 Характеристика предприятия и производственный процесс испытаний космического аппарата

Данный дипломный проект выполнялся на предприятии АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева. Предприятие космической отрасли было образовано в 1959 г. как восточный филиал ОКБ-1 С.П. Королёва в г. Красноярске-26. Руководителем был назначен М.Ф. Решетнев.

АО «ИСС» характеризуется как научно-производственное предприятие, занимающееся производством космической продукции. Предприятие имеет в своём составе разветвленную структуру, включающую подразделения.

Главным видом деятельности предприятия является проектирование и производство космических аппаратов. Для реализации данного процесса предприятие условно поделено на основные страты:

- научное направление;
- производственное направление.

Генеральный план готовой продукции Общества обязует соблюдать сроки поставок комплектующих и все циклы технологического процесса при производстве КА.

Процесс испытаний – это проверка работоспособности технических характеристик любого объекта контроля. Методика и программа проведения испытаний системы на этапе функционирования предназначена для установления данных, которые обеспечивают получение, проверку проектных решений, определение качества работ, выявление причин сбоев, показателей качества функционирования системы, продолжительность и режим испытаний, проверку соответствия системы требованиям техники безопасности.

Объектом контроля (ОК) считается космический аппарат, его составная часть, программная модель КА, любой другой объект, аппаратный, программный и информационный интерфейс с которым поддерживают наземные автоматизированные испытательные комплексы.

Высокой степенью сложности характеризуется процесс проведения испытаний, которую можно характеризовать следующими условиями:

Высокие требования, предъявляемые к качеству современной бортовой аппаратуре, приводят к надобности проведения испытаний, которые позволяют определить значения параметров надежности по установленной методике с целью оценки их соответствия ТУ. Одним из источников информации о надежности и работоспособности БА являются испытания на состыкованном комплексе, имитирующие внешние воздействия, которые соответствуют условиям эксплуатации в открытом космосе. В следствие этого разработка программы испытаний (ПИ) на надежность и методики их проведения являются высокоответственным мероприятием.

						ДП-230102.65-2016 ПЗ	Лист
							6
Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата		

Основная цель программы испытаний получение данных для введения нужных, изменений в конструкцию, которые обеспечивают повышение качества аппаратуры, а также получение оценки надежности БА.

Когда необходимо получить справочные данные зависимости от времени и степени жесткости воздействующих факторов и о количественных показателях надежности производят специальные испытания на надежность, имеющие название определительные. От количества испытываемых образцов и продолжительности испытаний зависит точность оценки показателей надежности.

При разработке программы испытаний необходимо учитывать, в каком виде желательно получить результат испытаний: либо в виде случайного события – положительный исход или отказ, либо в виде количественной величины, характеризующей определенные электрические параметры БА. Также необходимо учитывать, является ли испытываемая аппаратура однократного или многократного действия.

В основу разработки программы испытаний должны быть положены вероятностные и статистические методы, позволяющие обеспечить научно обоснованное планирование испытаний и оценку их результатов.

При разработке программы испытаний необходимо исходить из классификации изделий по функционально-конструктивному признаку, в соответствии с которым все изделия делятся на классы деталей, узлов, приборов, комплектов и систем [4].

1.2 Описание и назначение автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи

Описание и назначение контрольной проверочной аппаратуры.

Изделие КПА-СТ и его модификации КПА-СТ-01, КПА-СТ-02, КПА-СТ-03 предназначены для проведения:

- автономных испытаний бортового радиотехнического комплекса (БРТК) «Садко» на заводе-изготовителе (ЗИ) БРТК;
- электрических испытаний КА связи на ЗИ КА.

КПА-СТ обеспечивает:

- электропитание бортового радиотехнического комплекса (БРТК) от источника постоянного тока с выходным напряжением от 0 до 36 В. Выходная мощность источника – не менее 300 Вт;

- проведение всех видов испытаний БРТК и КА под управлением ПЭВМ как в автоматическом, так и в ручном режимах. Программное обеспечение (ПО) вычислительных средств КПА обеспечивает удобство работы операторов КПА-СТ;

- самоконтроль всех приемо-передающих каналов путем коммутации выхода радиопередающего устройства на вход радиоприемного устройства;

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

7

- под управлением ПО учет времени наработки устройств, входящих в БРТК и КА, и самой КПА на основании сигналов состояния аппаратуры указанных устройств;

- регистрацию процесса испытаний БРТК и КА с привязкой к текущему времени с интервалом 1 с. Отсчет времени производится по показаниям системных часов управляющей ПЭВМ.

Обобщенная схема АРМ оператора электрических испытаний КА связи представлена на рисунке 1.

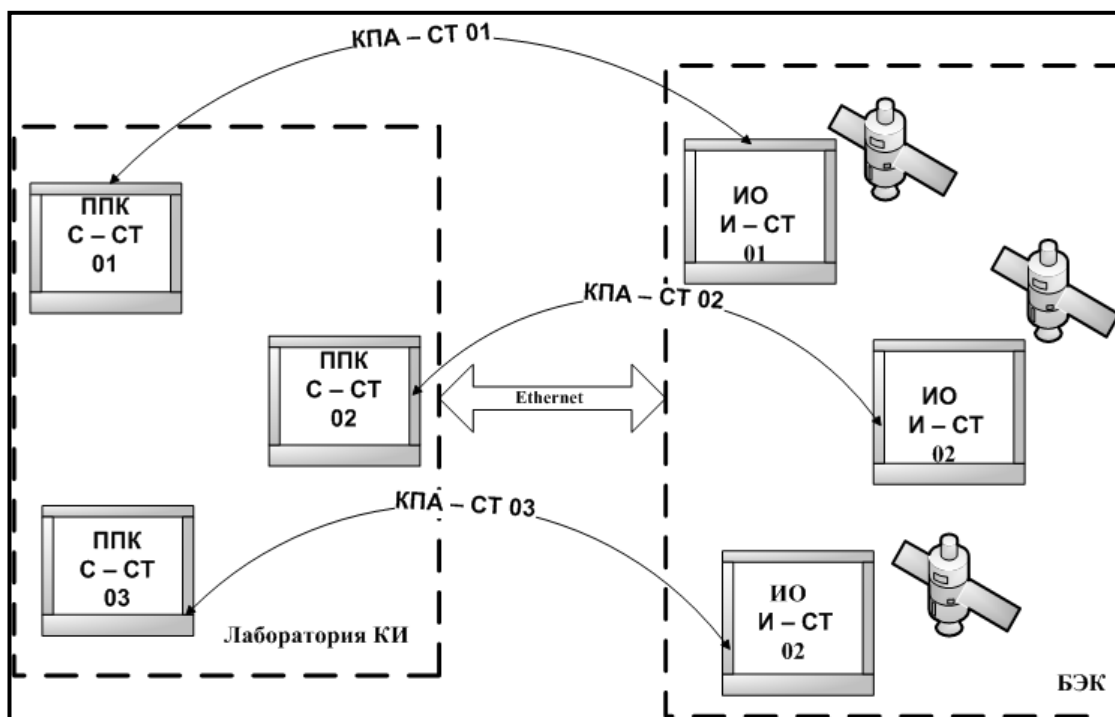


Рисунок 1.1 – Схема АРМ оператора электрических испытаний КА связи обобщенная

Вычислительные средства изделия объединены в локальную вычислительную сеть (ЛВС).

Вычислительные средства изделия подключаются к вычислительным модулям основного (ОК) и служебного (СЛК) каналов БРТК по отдельным интерфейсам RS-422.

Изделие обеспечивает формирование технологических команд управления (ТКУ), используемых при проведении испытаний БРТК.

При проведении электрических испытаний КА изделие дополнительно обеспечивает:

- проверку электрозамков (ЭЗ) КА;
- выдачу импульсных и длительных технологических команд (ТК) для управления КА;
- индикацию и регистрацию сигналов состояния КА, выдаваемых СК и ЭК;

- контроль напряжения нагрузки КА (31 ± 2) В; предел допускаемой погрешности измерения $\pm 0,05$ В;
- контроль тока нагрузки и тока солнечных батарей; предел допускаемой погрешности измерения ± 1 %.
- контроль сопротивления изоляции шин питания КА относительно корпуса с чувствительностью не менее 100 кОм;
- контроль температуры в КА;
- выдачу информации для управления блоком задания токов (БУК) магнитометра по интерфейсу RS-422;
- выдачу напряжения питания излучателя инфракрасного датчика (ИКД) по двум выходам;
- автоматическую проверку гравитационного устройства (ГУ) КА с выдачей реверсивного питания (31 ± 2) В;
- контроль состояния телесигнализационных (ТС) параметров, выдаваемых с ГУ в виде «сухих» контактов.

Основными составными частями изделия являются приемо-передающий комплекс (ППК) С-СТ и имитатор объекта (ИО) И-СТ.

Функционирование аппаратуры С-СТ и И-СТ происходит под управлением ЭВМ, которые объединены в локальную сеть по протоколу Ethernet.

ППК состоит из двух приемо-передающих устройств (радиоприемное устройство IC-R8500 и радиопередающее устройство, обеспечивающих связь по радиочастотному тракту с приемо-передающими устройствами БРТК (КА) в радиочастотных диапазонах 1 и 2.

Радиоприемное устройство IC-R8500 обеспечивает прием радиосигнала в диапазоне от 0,01 Гц до 2000 МГц. Его настройка на один из двух радиочастотных диапазонов изделия производится от управляющей ЭВМ по интерфейсу RS-232.

Управление радиоприемными и радиопередающими устройствами производится от ЭВМ, размещенных в устройстве ППК С-СТ.

Устройство ППК С-СТ представляет собой четыре независимых одноплатных компьютера, установленных в одном системном блоке на общей кросс-плате.

Имитатор объекта (ИО) обеспечивает имитацию сечения «КА-БРТК», т.е. формирует сигналы, поступающие в БРТК из КА и контролирует (принимает) сигналы, формируемые БРТК для КА.

При автономных испытаниях (АИ) БРТК в ИО формируется напряжение питания БРТК $U_{б/с}$ ($31,0 \pm 1,2$) В.

ИО имеет перечень сигналов, выдаваемых в виде технологических команд (ТК), технологических команд длительного действия (ТКД) и других сигналов управления, а также сигналов, принимаемых из КА в виде телесигнализации (ТС).

Имитатор объекта функционирует под управлением ЭВМ, размещенной в блоке И-СТ.

Устройство И-СТ – одноплатный компьютер, установленный в кросс-плату, в которой имеется 18 разъемов (слотов) PCI и ISA, соединенных с компьютерной платой системными шинами.

В слоты установлены программируемые контроллеры, которые обеспечивают под управлением программы формирование набора выходных сигналов ИО и прием входных сигналов ИО.

Аппаратура ИО производит преобразование выходных сигналов контроллеров уровня ТТЛ в релейные сигналы и обратное преобразование входных релейных сигналов напряжением 31 В в сигналы ТТЛ – уровней для передачи в контроллеры.

ППК Р-РТ состоит из 12 приемо-передающих устройств (один приемо-передающий канал).

В состав Р-РТ входят: радиоприемное устройство IC R-8500, радиопередающее устройство Synbion, блок демодуляции сигналов (ДМД).

Изделие обеспечивает контроль следующих параметров:

- напряжения питания и общего потребления БРТК;
- сопротивления изоляции шин питания БРТК относительно корпуса; порог срабатывания – 900 кОм;
- чувствительности радиоприемных устройств БРТК не хуже минус 150 дБВт при информационных скоростях передачи информации 2,4; 2,7; 4,8; 9,6 кбит/с;
- динамического диапазона радиоприемных устройств БРТК (60 дБ);
- уровня фактической выходной мощности радиопередающего устройства БРТК диапазона 1 при номинальной мощности 10 Вт и уровня фактической выходной мощности радиопередающих устройств диапазона 2 при номинальной мощности от 4 до 40 Вт, изменяющейся дискретно с шагом 4 Вт [4].

Управление процессом испытаний.

Во время проведения испытаний есть очень много параметров, описывающих состояние объекта контролирования и процесса испытаний.

Контролируемые телеметрические параметры контролирования предполагают собой совокупность характеристик, отображающих состояние объекта.

Особенность телеметрических параметров, описывающих состояние объекта контролирования в том, что эти данные характеристики не модифицируются процессом испытаний и считаются внешними по отношению к системе испытаний. Внутренние характеристики системы интерпретации охарактеризовывают её личное состояние, данные характеристики меняются системой проведения испытаний в процессе работы.

Характерной особенностью внутренних характеристик системы испытаний, считается то, что в их состав, кроме штатных внутренних характеристик, входят так называемые научно-технические внутренние характеристики.

Научно-технические внутренние характеристики на этапе проектирования отличаются разработчиками контрольно-проверочной аппаратуры отдельных подсистем КА. Они предусмотрены для анализа взаимодействия и работы на этапе испытаний определенных КПА и систем ОК. Множество управляющих воздействий системы испытаний представляет собой совокупность управляющих воздействий, предназначенных для управления системой интерпретации, управления аппаратурой автоматизированного комплекса, управления ходом функционирования испытаний и управляющие директивы оператору, ведущему испытания, а также по аналогии с технологическими характеристиками, технологические команды.

В части управляющих воздействий при испытаниях, является контроль условия нормального функционирования процесса испытаний, при условии нормального функционирования системы испытаний.

Передача данных по каналу управления.

При взаимодействии с БРТК программа управления передаёт по каналам управления «Земля-КА» типы данных, управляющие аппаратно-программными средствами КА-радиокоманды (РК), а так же управляющие массивы.

Радиокоманды и массивы управления передаются в канале «Земля-КА» поэтому в составе пакетов «РК» и служебных пакетов. Для передачи этих данных в БРТК по каналу управления используется особый формат канального блока (КБ) этих данных, устанавливающий использование СКЗ канала управления.

По каналу управления «Земля-КА» могут передаваться пакеты с информацией: пакеты типа «Почтовый ящик»; сетевые пакеты; пакеты с пейджинговым сообщением.

По каналу управления «Земля-КА» передаются пакеты с целевой информацией, а также как и управляющая информация с использованием СКЗ канала управления в формате КБ.

Радиокоманды по функциональному назначению разделены на 10 групп:

- команды 1 группы управляют базовыми ключами и ключами управления СКЗ;
- команды 2 группы запрашивают ресурс БРТК для передачи данных по каналу управления;
- команды 3 группы организуют сброс технологических массивов БРТК (АПО, телеметрия, таблица функционального контроля, таблица конфигурации, тест ОК, тест ПК и т.д.);
- команды 4 группы организуют сброс целевой информации по флагам МС (срочные, транзитные, устаревшие пакеты, данные системы связи), а также сброс отчетной информации о работе абонентов;
- команды 5 группы управляют системами КА (объектовые команды);

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

11

- команды 6 группы управляют системой ориентации и стабилизации (СОС) и системой орбитальной коррекции (СОК) КА;
- команды 7 группы управляют связными ресурсами БРТК, в том числе доступом к ресурсам БРТК, параметрами ПО БРТК, определяющими алгоритм функционирования БРТК по каналам связи и т.д.,
- команды 8 группы организуют закладку в БРТК новых версий ПО БРТК;
- команды 9 группы управляют конфигурацией БРТК и определяют параметры средств контроля функционирования БРТК;
- команды 10 группы управляют частотными ресурсами БРТК (частотами МС, ПК и ОК).

Установленные по РК характеристики считаются фоновыми параметрами и могут быть изменены на установленный отрезок времени запланированным заданием. По завершению действия запланированного задания значение характеристик возвращается к установленному по РК значению.

Описание существующего специального программного обеспечения (СПО) КПА–СТ.

Специальное программное обеспечение СПО КПА-СТ предназначено для выполнения задач по контролю и управлению в интересах отдельных бортовых систем и КА в целом.

В состав СПО КПА-СТ входят следующие программные компоненты:

- программное обеспечение бортового комплекса управления (ПО БКУ);
- программное обеспечение бортового радиотехнического комплекса (ПО БРТК);
- программное обеспечение системы ориентации и стабилизации (ПО СОС);
- программное обеспечение системы терморегулирования (ПО СТР);
- программное обеспечение системы коррекции (ПО СК);
- программное обеспечение системы электропитания (ПО СЭП).

Характерными особенностями применения ЭВМ в системе управления КА являются:

- реализация реального масштаба времени с необходимостью обеспечения при дискретном характере входной и выходной информации непрерывности управления как бортовыми системами, так и всем изделием с требуемыми характеристиками;

- обеспечение длительного срока функционирования БПО с высокой степенью надежности без вмешательства с НКУ.

Исходя из вышеназванного, программные компоненты, входящие в состав СПО КПА-СТ, должны удовлетворять следующим условиям:

- обладать высокой надежностью и высокой контролепригодностью;
- занимать минимально возможные объемы памяти;
- обеспечивать реакцию на события за время, не превышающее допустимое.

Изм.	Колич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

12

Одной из особенностей СПО КПА-СТ имеет двуединый подход к его созданию, когда оно рассматривается, с одной стороны, как совокупность отдельных ПО, входящих в состав своих систем и обеспечивающих выполнение задач, возлагаемых на данные системы, а с другой стороны, как единый программный продукт, создаваемый по общим принципам и единой технологии, функционирующий в единой аппаратно-программной среде под управлением операционной системы.

В каждой из ПО систем должны быть реализованы только функциональные алгоритмы по контролю и управлению своей системы, вся программная среда функционирования ПО КПА-СТ должна создаваться средствами ПО БКУ, взаимодействие с которой осуществляется по специальному строго оговоренному программному интерфейсу. Все информационно-управляющее взаимодействие как с аппаратурой, так и с программными компонентами должно осуществляться через централизованные средства, организованные в составе ПО БКУ или, в особых случаях, через ПО систем.

СПО КПА-СТ, являясь важнейшим элементом комплекса управления КА связи, обеспечивает организацию взаимодействия всех аппаратных элементов в процессе выполнения им своих функциональных задач, и совместно с аппаратными средствами создает среду программного функционирования, среду программного управления и решает ряд специальных задач по обеспечению управления и контроля КА в целом при эксплуатации и испытаниях.

На структурной схеме АРМ оператора ЭИ КА связи представлены элементы:

- интерфейс оператора;
- интерфейс управления оборудованием;
- модуль обмена данными с КПА-СТ;
- удаленный интерфейс управления.

Существующее АРМ оператора ЭИ КА представлено на рисунке 1.2.

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

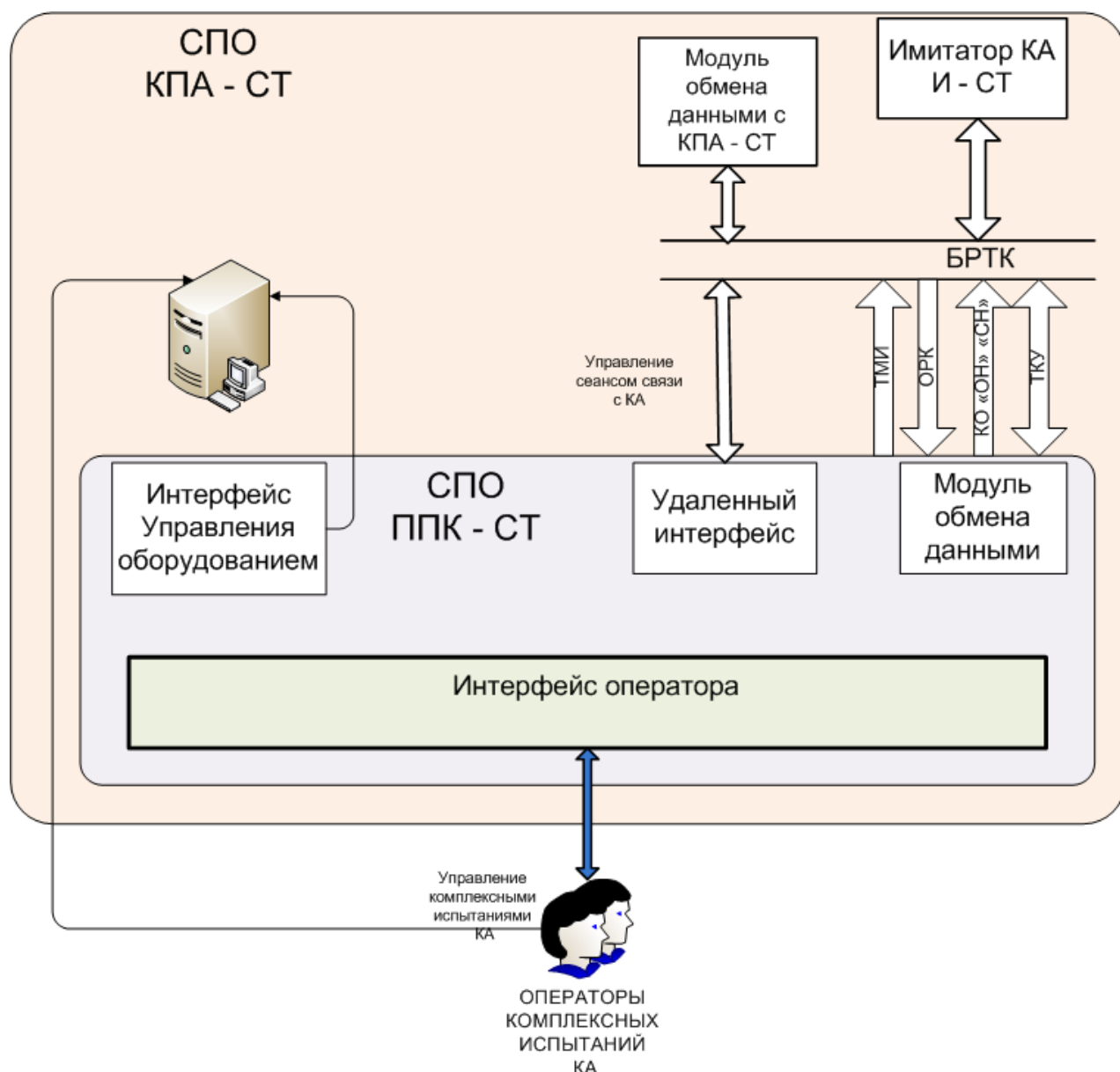


Рисунок 1.2 – АРМ оператора ЭИ КА связи

Структурно СПО КПА-СТ состоит из следующих программных компонент:

- программы-монитора;
- функциональных программ;
- технологических программ;
- системных программ;
- системных подпрограмм;
- подпрограмм-функций.

С технологической точки зрения СПО КПА-СТ представляет собой библиотеку унифицированных элементов, каждая компонента которой реализуется стандартным набором модулей: модулем переменных, модулем команд и констант, модулем данных и модулем отчетных полей.

Структурно программные средства обеспечения испытаний состоят из

нескольких крупных программных комплексов. Общесистемное программное обеспечение (СПО) обеспечивает функционирование всех составных частей КА связи и является покупным. В его состав входят операционные системы серии Windows, драйверы, различные программы общего пользования и т.д.

При этом существует множество приложений, разработанных непосредственно «пользователями» данной аппаратуры для того, чтобы согласовать работу различных по составу, типу управления и логике физических устройств [4].

1.3 Недостатки существующего специального программного обеспечения контрольной проверочной аппаратуры (СПО КПА-СТ)

Минусами существующего АРМ оператора ЭИ КА связи можно считать:

- в ходе испытаний КА с помощью главной испытательной программы постоянное обращение к оператору ЭИ;
- директива оператору электрических испытаний дает указания хода выполнения испытаний;
- качество и эффективность испытаний снижается за счет ошибки оператора;
- организации управления испытаний не на высочайшем уровне;
- требуются временные и людские ресурсы.

Пример директивы оператору электрических испытаний представлен на рисунке 1.3.

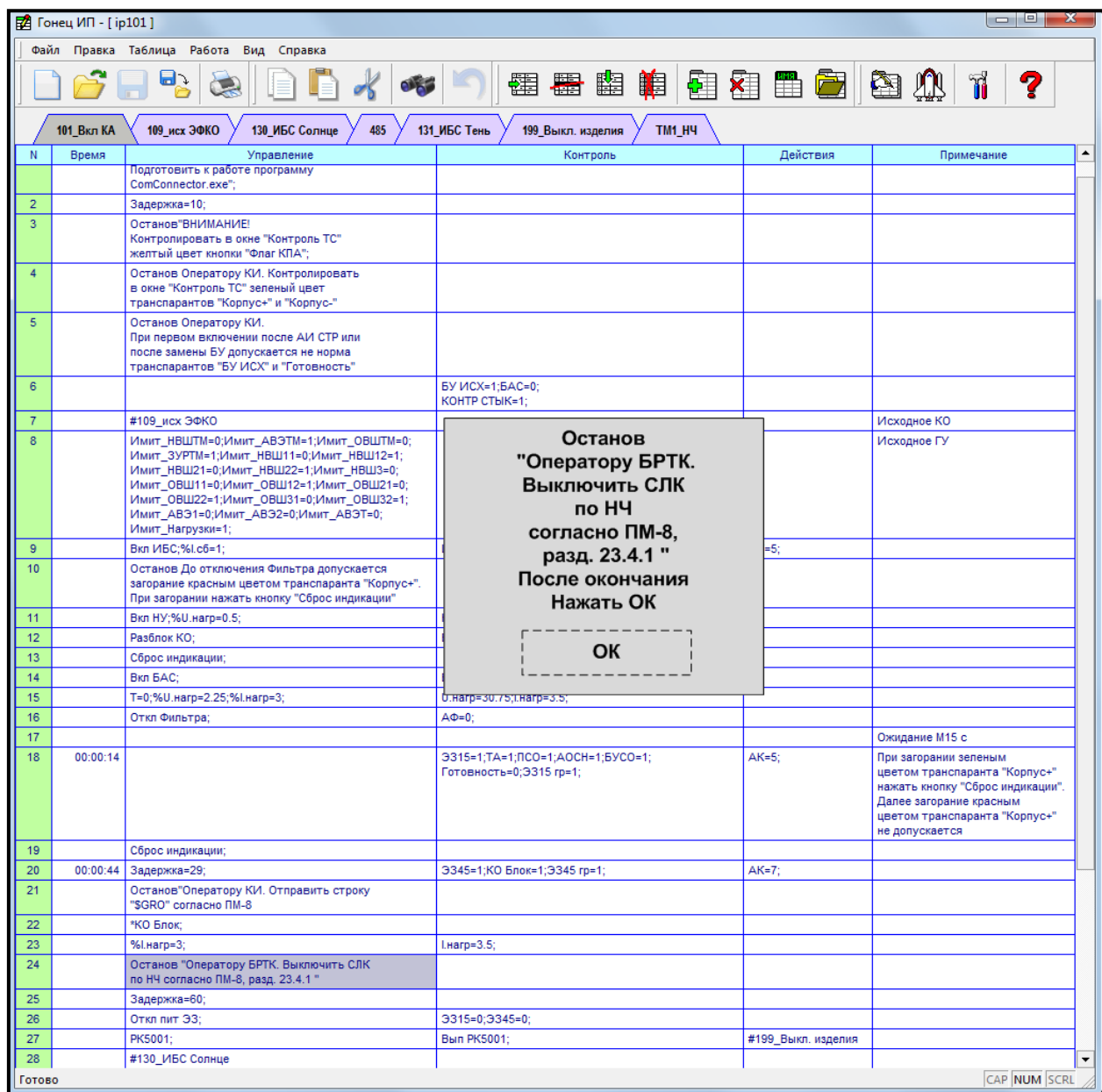


Рисунок 1.3 – Директива оператору ЭИ

Для того, чтобы выполнить директиву, оператор электрических испытаний согласно указаний директивы находит указанный раздел в программе методике испытаний космического аппарата (ПМ-8). Согласно указаниям раздела, находит указанный файл с помощью технологических программ, установленных на ПК вошедших в состав КПА-СТ, выбирает нужный файл и отправляет его на исполнение.

Пример выбора файла в ручном режиме представлен на рисунке 1.4.

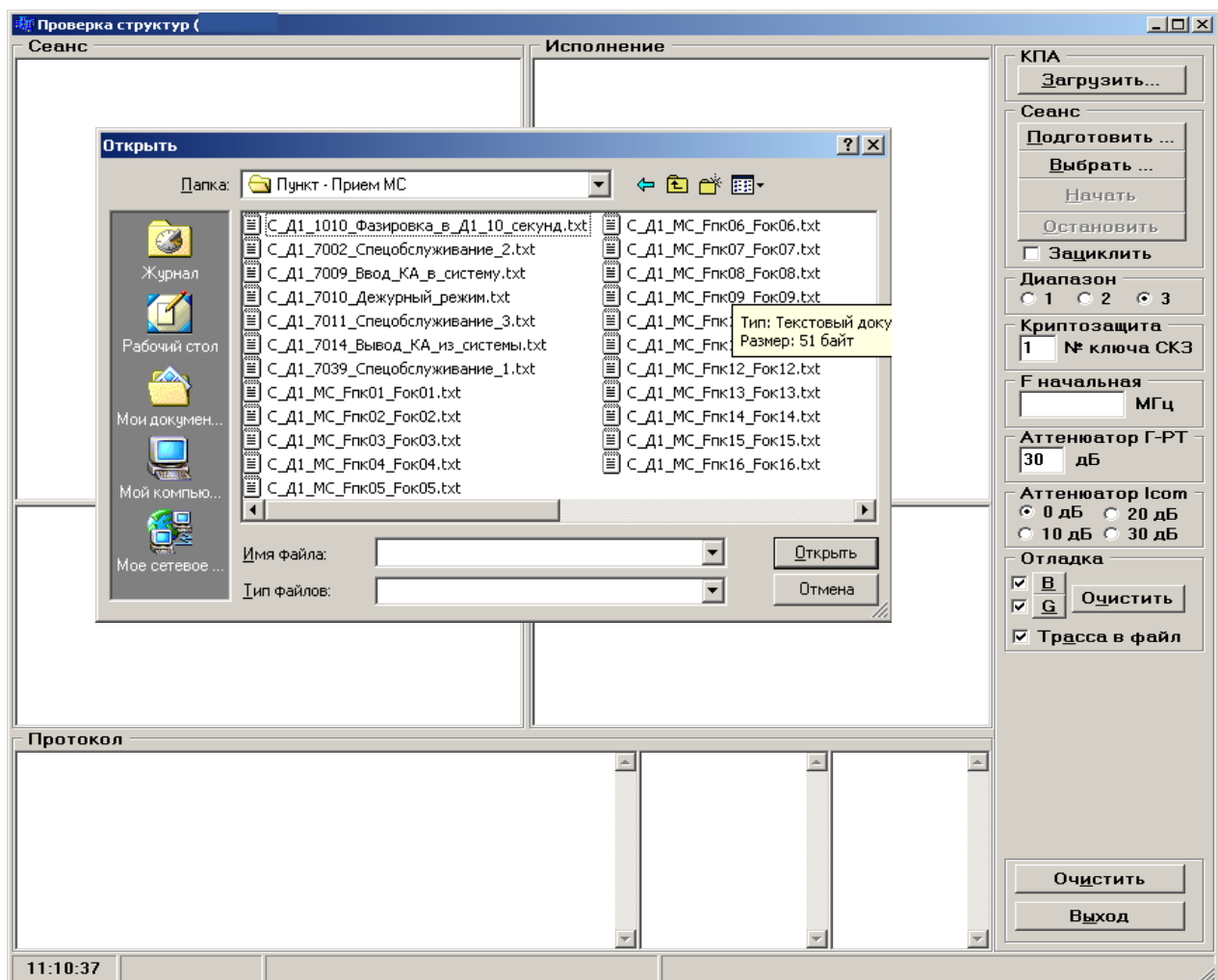


Рисунок 1.4 – Выбор файла в ручном режиме

2 Проектная часть

Основанием для разработки является задание на дипломное проектирование. Тема: «Разработка автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи».

Модернизация информационной системы автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи для снижения влияния человеческого фактора приведет к повышению качества и эффективности проведения испытаний. Качество испытаний улучшится за счет оптимизированной организации управления испытаний. Эффективность испытаний повысится за счет сокращения требуемых временных и людских ресурсов.

Данная разработка будет производиться путем оптимизации СПО КПА-СТ для проведения электрических испытаний КА в автоматическом режиме.

Разработанные алгоритмы СПО КПА-СТ будут обеспечивать необходимую гибкость при проведении электрических испытаний КА.

2.1 Выявление требований к программному продукту и характеристика функциональной структуры модернизированного СПО КПА-СТ

Испытательная программа «Редактор и Интерпретатор ИП» должна представлять собой полноценный и самостоятельный продукт, обеспечивающий полноценный контроль и управление электрических испытаний КА.

Разработка ведется с целью автоматизации процесса электрических испытаний КА связи и направлена на улучшение качества испытаний.

Решаются следующие функциональные задачи:

- улучшение качества испытаний;
- оптимизация организации управления испытаний;
- повышение эффективности испытаний;
- сокращение требуемых временных людских ресурсов.

Требования к функциональности надежности испытательной программы «Редактор и Интерпретатор ИП».

Программа имеет исполнительный файл расширения *.exe и функционирует в системах Windows XP, установленных непосредственно на ПЭВМ КПА-СТ.

Для работы интерпретатора программа при загрузке подключает файл со списком переменных. Этот файл должен быть указан в файле config.ini в секции с текущей конфигурацией, опция – TestObjH.

Конфигурация устанавливается в файле ip.ini.

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

Если эта опция не найдена, то используется имя файла «TestObj.h». Файл ищется в папке «INCLUDE». Если в процессе обработки файла возникли ошибки, то работа будет невозможна.

Программа должна будет работать в автоматическом режиме с файлами расширения: *.tso; *.scb; *.slc; *.slk; *.txt

Программа должна нормально функционировать при бесперебойной работе компьютера. При возникновении сбоя в работе аппаратуры, восстановление нормальной работы должно производиться после:

- перезагрузки операционной системы (ОС);
- запуска исполняемого файла программы.

Уровень надежности программы должен соответствовать технологии комплексного тестирования программы.

Программа «Редактор и Интерпретатор ИП» должна храниться в виде исполнительного файла с расширением *.exe с возможностью переноса на вмещающем ее носителе с соблюдением правил эксплуатации этого носителя.

Программа должна функционировать в ОС серии Windows установленных на КПА-СТ.

Разработка программы должна вестись на прикладном языке (циклограмм), транслятора (синтаксических и семантических анализаторов) проверяющего корректность кода, и системы исполнения (интерпретатора) согласно заложенной логике в БРТК-КА и КПА-СТ. Проектирование будет вестись в среде программирования UML.

Характеристика функциональной структуры модернизированного СПО КПА-СТ

Система управления (СУ) КПА-СТ это объект управления, представляющий собой совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для выполнения целевой задачи КПА-СТ.

СПО КПА-СТ построено по модульному принципу и разделено на две системы по назначению:

Специальное программное обеспечение Системы Управления КПА-СТ (СПО СУ КПА-СТ) – обеспечивает организацию взаимодействия всех аппаратных элементов в процессе выполнения им своих функциональных задач, и совместно с аппаратными средствами создает среду программного функционирования, среду программного управления и решает ряд специальных задач по обеспечению управления и контроля КА в целом при эксплуатации и испытаниях.

Структурно СПО КПА-СТ состоит из следующих программных компонентов:

- программы-монитора;
- функциональных программ;
- технологических программ;
- системных программ;
- системных подпрограмм;

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

- подпрограмм-функций.

Специальное программное обеспечение Системы Удаленного Управления КПА-СТ (СПО СУУ КПА-СТ) – предназначено для управления СУ КПА-СТ в удаленном режиме из Имитатора объекта И-СТ.

Каждая система (СПО СУ КПА-СТ, СПО СУУ КПА-СТ) состоит из двух исполняемых модулей – логического модуля системы и модуля интерфейса управления.

Схема построения СПО КПА-СТ обеспечивает следующие характеристики:

- управление СУ КПА-СТ на месте эксплуатации КПА-СТ средствами локального интерфейса в ручном режиме;
- управление СУ ППК С-СТ из И-СТ средствами дистанционного интерфейса в ручном режиме;
- управление СУ ППК С-СТ из И-СТ средствами И-СТ в ручном режиме;
- управление СУ ППК С-СТ в автоматическом режиме по заранее заложенной программе из И-СТ

СПО СУ КПА-СТ предназначено для автоматизированного или автоматического управления процедурами проведения ЭИ КА и процессом проведения самоконтроля.

СПО КПА-СТ состоит из двух исполняемых модулей:

- логический модуль СУ КПА-СТ;
- модуль локального интерфейса СУ КПА-СТ.

Логический модуль СУ КПА-СТ:

Логический модуль СПО СУ КПА-СТ - главный модуль системы. В состав логического модуля СУ КПА-СТ входит непосредственно сам логический модуль СУ, так и подчиненную ему библиотеку унифицированных элементов, каждая компонента которой реализуется стандартным набором модулей: модулем переменных, модулем команд и констант, модулем данных и модулем отчетных полей.

Функциональная схема СПО КПА-СТ, его составных частей представлена на рисунке 2.1.

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

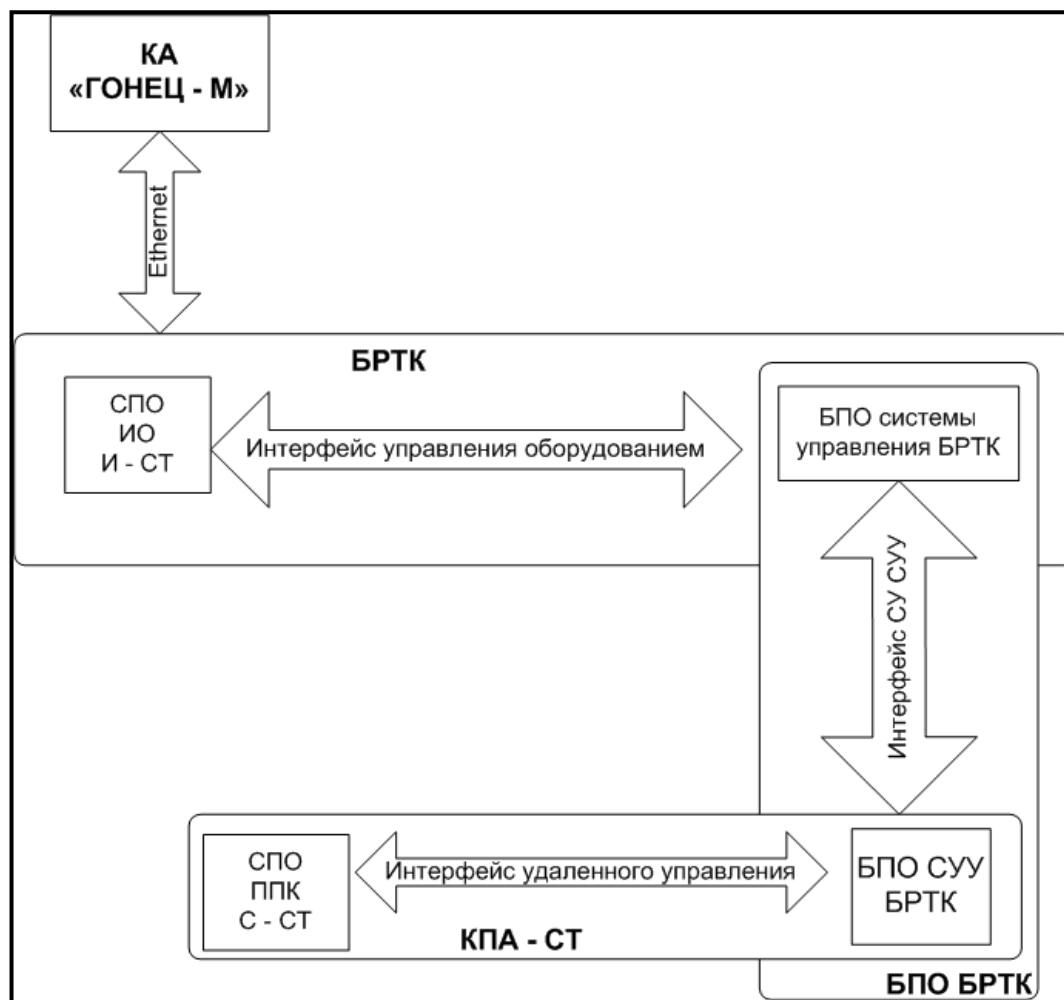


Рисунок 2.1 – Функциональная схема СПО КПА-СТ

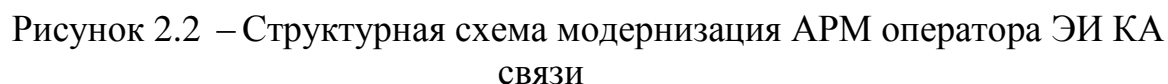
В состав логического модуля СУ КПА-СТ входят следующие подсистемы:

- подсистема управления оборудованием – обеспечивает управление оборудованием и обработку ОРК, ТКУ, ОН, СН, КО, ТМИ средствами данного оборудования;
- подсистема управления БД – обеспечивает доступ к системе БД в части чтения, записи и удаления технологических данных и данных отчетов по проведенным электрическим испытаниям КА;
- подсистема управления обменом данными с КА – обеспечивает прием информации по обратным каналам, выдачу информации в прямой канал сетевой связи;
- подсистема управления оборудованием – обеспечивает доступ к отдельным параметрам каждого блока приемо-передающего оборудования (ППО) КПА-СТ в части чтения и изменения текущих значений параметров данного оборудования;
- подсистема связи и обработки данных – обеспечивает поддержку канала управления СУ КПА-СТ с модулем локального интерфейса, средствами СУУ КПА-СТ и автоматический режим управления СУ КПА-СТ.

- модуль локального интерфейса – исполняемый модуль графического представления данных КПА-СТ во время эксплуатации;
- модуль локального интерфейса реализует интерфейс «человек-машина» в части управления техническими и программными средствами КПА-СТ.

Подсистема связи и обработки данных обеспечивает поддержку канала управления между логическим модулем и подсистемами СПО СУ КПА-СТ и модулем локального интерфейса и подсистемы СПО СУ КПА-СТ.

Структурная схема разрабатываемого автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний КА связи представлена на рисунке 2.2.



К разрабатываемому автоматизированному рабочему месту оператора электрических испытаний космического аппарата связи можно отнести возможности управления комплексными испытаниями в автоматическом режиме с помощью интеграции нового модуля проведения ЭИ в автоматическом режиме.

Подсистема управления модулями это библиотека унифицированных элементов, которая предоставляет два внешних интерфейса управления и один внутренний.

Архитектура СПО КПА-СТ представлена на рисунке 2.3.

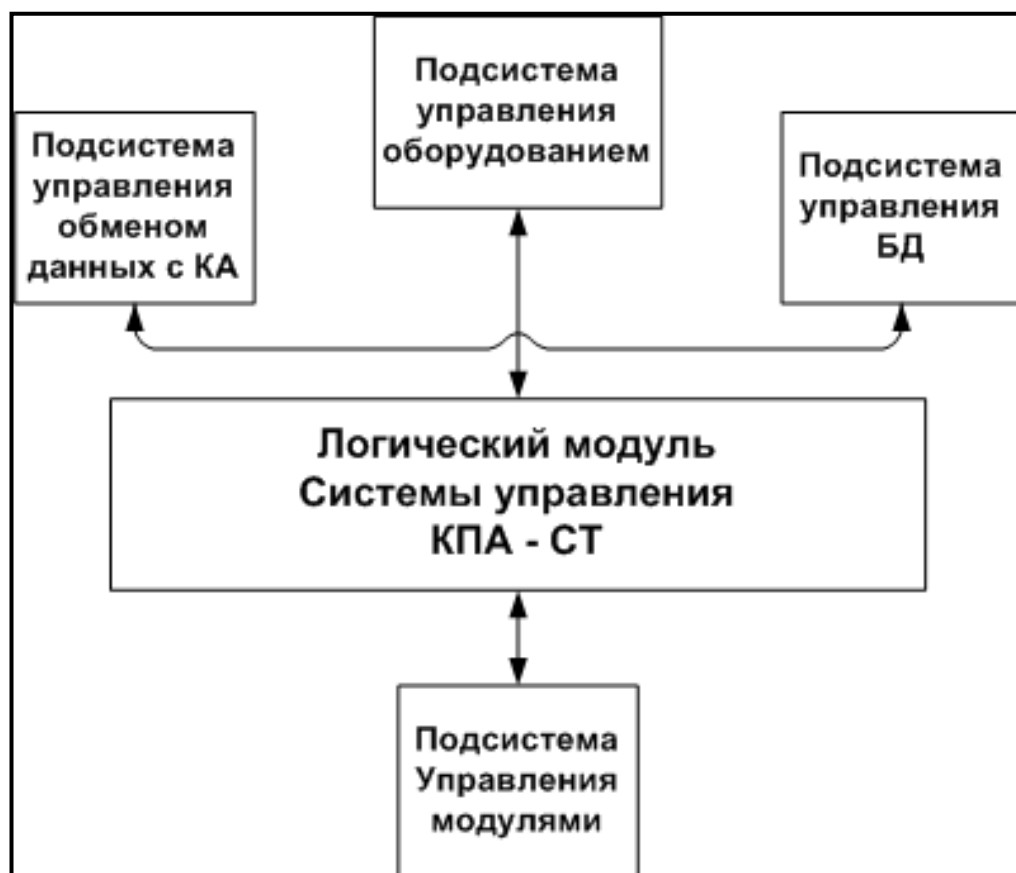


Рисунок 2.3 – Архитектура СПО КПА-СТ

Внешние интерфейсы управления предназначены для организации следующих каналов управления:

- между логическим модулем СУ и модулем интерфейса оператора СУ (локальный интерфейс управления);
- между логическим модулем СУ и СУУ (удаленный интерфейс управления).

Управление приоритетностью локального или удаленного интерфейса управления осуществляется средствами модуля интерфейса оператора СУ.

Внутренний интерфейс управления предназначен для организации автоматической работы СУ КПА- СТ по ранее заложенной программе из И-СТ.

Функциональная схема подсистемы управления модулями представлена на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Функциональная схема подсистемы управления модулями

Подсистема управления модулями состоит из следующих программных модулей:

- модуль управления – главный модуль в подсистеме управления, обеспечивает централизованное управление подсистемой;
- модуль локального управления – обеспечивает организацию канала управления и обмена данными с модулем интерфейса оператора СУ КПА-СТ, средствами которого осуществляется ручное управление СУ КПА-СТ;
- модуль удаленного управления – обеспечивает организацию канала управления и обмена данными с Системой Удаленного Управления КПА-СТ, средствами которой осуществляется ручное управление СУ ППК С-СТ в удаленном режиме из И-СТ;
- модуль автоматического управления – обеспечивает автоматическую работу СУ ППК С-СТ по ранее заложенной программе из И-СТ.

Подсистема управления оборудованием это унифицированная библиотека, которая обеспечивает единый интерфейс для контроля и

управления всем оборудованием приемо-передающего комплекса (ППК) КПА-СТ входящим в состав КПА-СТ.

Функциональная схема подсистемы управления оборудованием представлена на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Функциональная схема подсистемы управления оборудованием

Подсистема управления обменом данными с КА это унифицированная библиотека, которая обеспечивает формирование данных прямого и обратного канала сетевой связи по правилам протокола взаимодействия КПА-СТ – КА на транспортном уровне и обеспечивает формирование результатов испытаний и спектра принимаемого сигнала.

Подсистема управления обеспечивает:

- формирование всех видов информации прямого канала (ПК) для передачи по ВЧ тракту на БРТК с информационными скоростями 2,4; 4,8; 9,6 кбит/с для диапазона 2 и со скоростью 2,7 кбит/с для Д1;
- прием и обработку всех видов информации обратного канала (ОК), выдаваемой из БРТК по ВЧ тракту с информационными скоростями 9,6; 32; 64 кбит/с для диапазона 2 и скоростью 2,7 кбит/с для диапазона 1.

Подсистема управления обменом данных с КА обеспечивает имитацию и контроль сигналов сечения БРТК – КА и состоит из следующих программных модулей:

- модуль управления обменом данных с КА – главный модуль в подсистеме управления обменом данных с КА, обеспечивает централизованное управление подсистемой;
- модуль ОРК – обеспечивает формирование данных (ОРК) для модуляции их в ПК;
- модуль КО, ОН, СН – обеспечивает получение данных (КО, ОН, СН) из ОК;
- модуль ТМИ – обеспечивает получение данных (ТМИ) из ОК;
- модуль ТКУ – обеспечивает получение данных (ТКУ) из ОК связи и формирование всех видов информации ПК для передачи по ВЧ тракту на БРТК.

Архитектурная схема подсистемы управления обменом данных с космическим аппаратом представлена на рисунке 2.6.

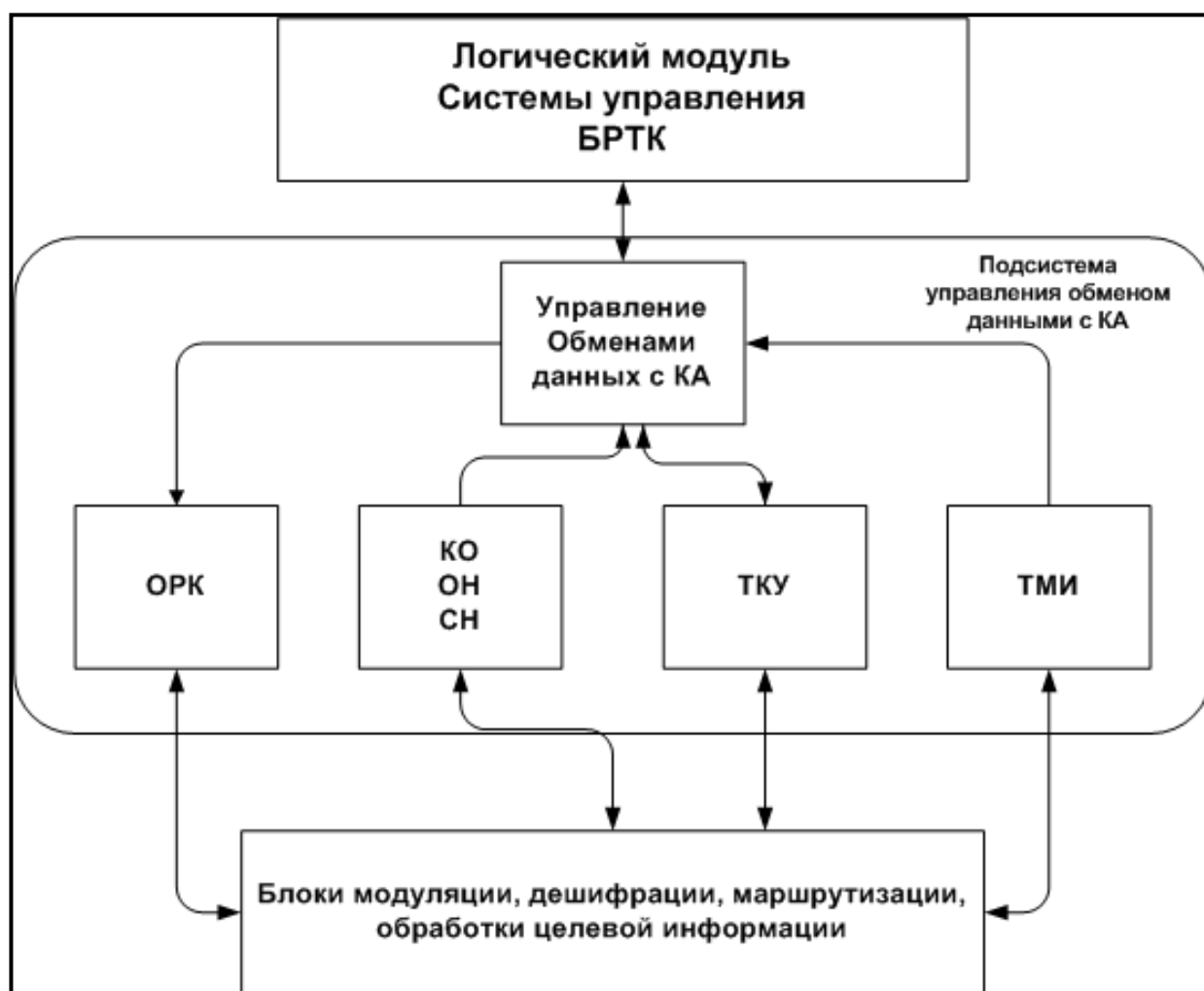


Рисунок 2.6 – Архитектурная схема подсистемы управления обменом данных с космическим аппаратом

Подсистема управления базой данных (БД) это унифицированная библиотека, обеспечивающая доступ к БД (основной и резервной копиям БД) в части чтения данных из БД, записи данных в БД и удаления данных из БД.

Функциональная схема подсистемы управления базы данных представлена на рисунке 2.7.

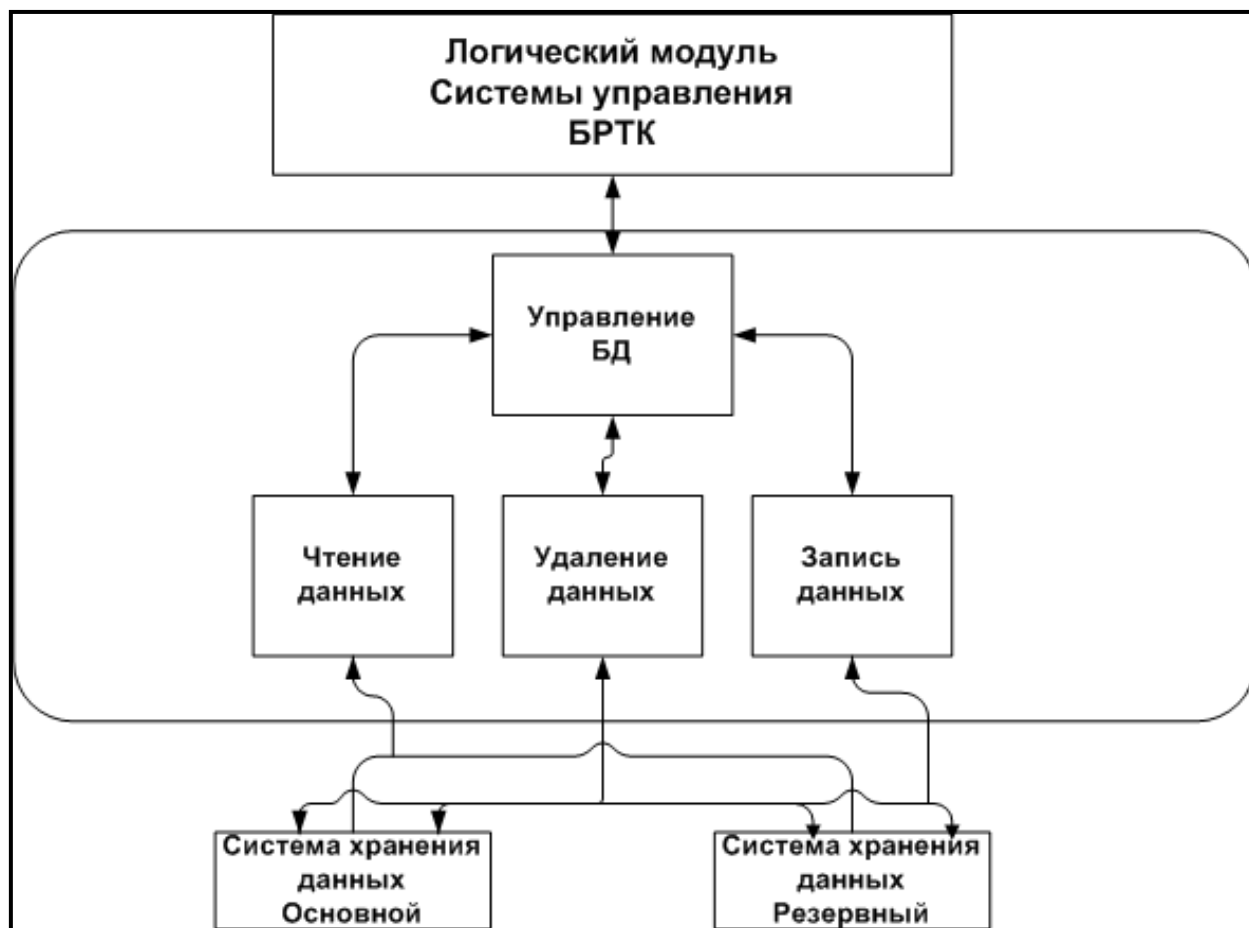


Рисунок 2.7 – Функциональная схема управления БД

Подсистема управления БД состоит из следующих программных модулей:

- модуль управления БД – главный модуль в подсистеме управления БД, обеспечивает централизованное управление подсистемой, поддерживает целостность и непротиворечивость данных в БД;
- модуль чтения данных – обеспечивает поиск и чтение запрошенных данных из БД;
- модуль удаления данных – обеспечивает поиск и удаление данных из БД;
- модуль записи данных – обеспечивает запись новых данных в БД.

2.3 Проектирование методов построения СПО КПА-СТ автоматизации испытаний космического аппарата

Проектирование методов построения СПО автоматизации испытаний КА будут вестись с помощью унифицированного языка проектирования UML.

Данные методы построения программного обеспечения (ПО) предназначенного для испытаний КА связи, позволяют получить унифицированное, универсальное и расширяемое программное обеспечение, что повышает качество и эффективность данного этапа производства.

Унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language) – это стандартная нотация визуального моделирования программных систем, принятая консорциумом Object Managing Group (OMG) осенью 1997г., и на сегодняшний день она поддерживается многими объектно-ориентированным CASE продуктами.

Унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language) представляет собой язык для определения, представления, проектирования и документирования программных систем, организационно-экономических систем, технических систем и других систем различной природы. UML содержит стандартный набор диаграмм и нотаций самых разнообразных видов.

В системе испытаний для проектирования логики и алгоритмов испытаний применяется прикладной язык испытаний. Соответственно система испытаний представляет собой, в первом приближении, комплекс из системы подготовки (редактор циклограмм на специальном языке) и системы проведения испытаний (интерпретатор).

Разработанный метод построения системы «Редактор-Интерпретатор» в целом, метод построения редактора циклограмм и метод построения интерпретатора циклограмм должен гарантировать соответствие программной системы (использующей данные методы) формализованному процессу функционирования.

На рисунке 2.8 представлена диаграмма прецедентов интерпретатора циклограмм.

Изм.	Коллич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

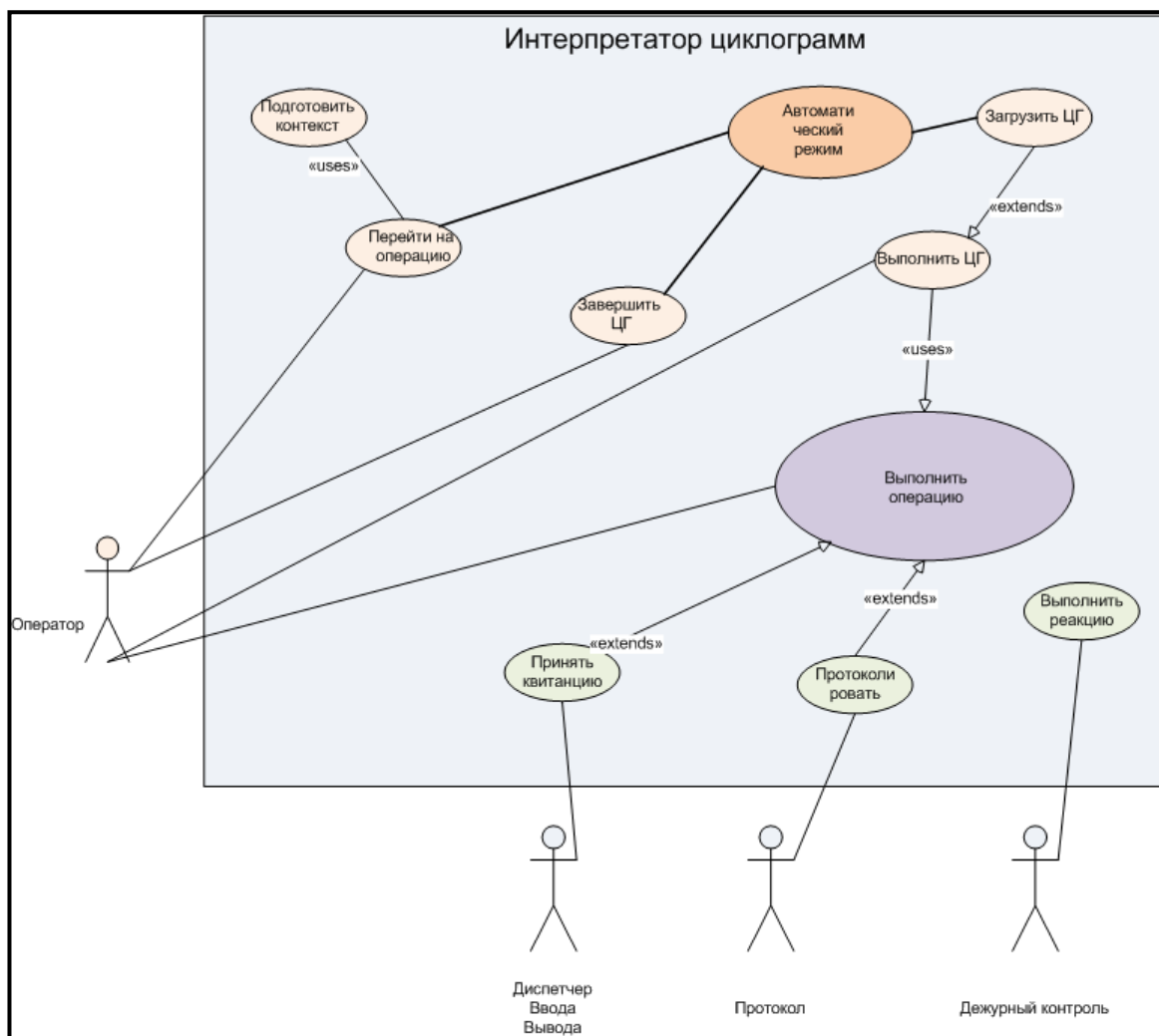


Рисунок 2.8 – Диаграмма прецедентов интерпретатора циклограмм

На диаграмме представлены актеры: Оператор, Дежурный контроль. Протокол, ДВВ (Диспетчер ввода-вывода).

В качестве прецедентов использования интерпретатора циклограмм актером Оператором выступают: Выполнить ЦГ, Загрузить ЦГ, Выполнить операцию, Перейти на операцию. Завершить ЦГ.

При этом прецеденты: Загрузить ЦГ, Протоколировать, Принять квитанцию. Подготовить контекст расширяют описание поведения системы для некоторых прецедентов, с которыми взаимодействует Оператор.

ДВВ из окружения интерпретатора циклограмм взаимодействует с ним посредством прецедента Принять квитанцию.

Дежурный контроль из окружения интерпретатора циклограмм взаимодействует с ним посредством прецедента Выполнить реакцию.

Протокол из окружения интерпретатора циклограмм взаимодействует с ним посредством прецедента Протоколировать.

Добавляем «Автоматический режим» и действия Оператора выполняются в автоматическом режиме.

Таким образом, диаграмма описывает окружение интерпретатора циклограмм, контекст его работы, выделяет взаимодействующих с ним актеров.

Диаграмма прецедентов интерпретатора циклограмм описывает поведение системы в контексте её окружения.

После создания объекта типа Заявка, объект переходит в состояние Готова. И находится в этом состоянии до события Пуск (с точки зрения испытателя это подразумевает запуск загруженной в заявку циклограммы), которое переводит объект в состояние Работа. В этом состоянии объект ожидает два типа событий.

В случае возникновения события Стоп (остановили выполнение данной заявки) объект переходит в состояние Готова. В случае возникновения события Ждать (то есть ожидать временную заявку на выполнение действия испытания или ожидать квитанцию от окружения интерпретатора о завершении этапа взаимодействия) объект переходит в состояние Ожидание.

На рисунке 2.9 представлена диаграмма состояний заявок в интерпретаторе циклограмм. Заявка может находиться в четырех устойчивых состояниях.

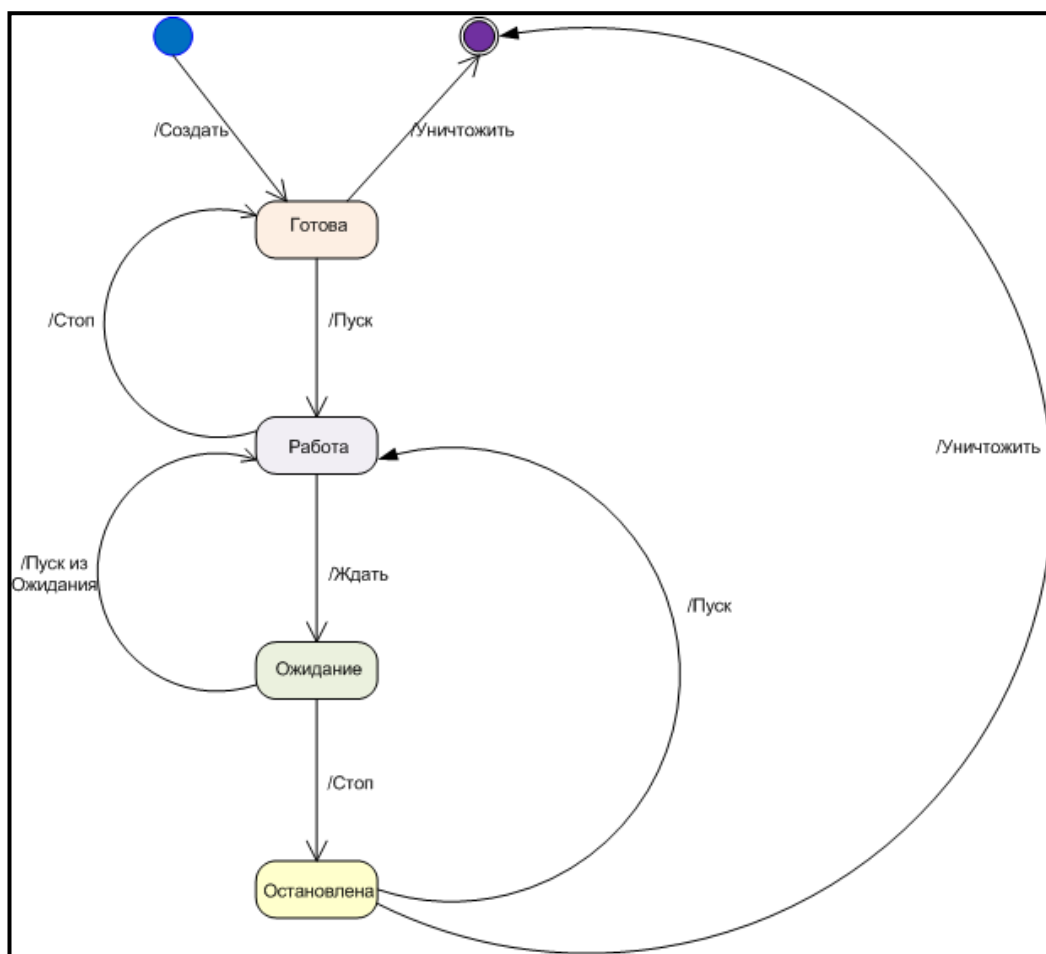


Рисунок 2.9 – Диаграмма состояний объектов Заявка в интерпретаторе циклограмм

Из состояния Ожидание возможно два перехода. В случае возникновения события Пуск из Ожидания (то есть сработала временная заявка или пришла квитанция от окружения интерпретатора) объект переходит в состояние Работа (выполняется следующий этап интерпретации, следующее действие испытания). В случае возникновения события Стоп заявка переходит в состояние Остановлена. Из этого состояния возможен переход в состояние Работа при поступлении события Пуск, или Уничтожение заявки.

Уничтожение заявки возможно только если она находится в состоянии Готова или Остановлена.

Таким образом, основным циклом выполнения заявок будут переходы от состояния Работа в состояние Ожидание, и обратно в состояние Работа. Данная диаграмма моделирует динамический аспект системы в части выполнения потока интерпретации на уровне заявок.

Организация автоматического режима с помощью испытательной программы «Редактор и Интерпретатор испытательных программ».

С помощью существующего «Редактора и Интерпретатора ИП», разработанного на прикладном языке (циклограмм), транслятора (синтаксических и семантических анализаторов) проверяющего корректность кода, и системы исполнения (интерпретатора) согласно заложенной логике в КА – БРТК и КПА-СТ можно внедрить автоматический режим проведения электрических испытаний КА связи. Обычно редактор и транслятор объединяются в единое инструментальное средство.

На рисунке 2.10 наглядно видно, как в редакторе программа передается транслятору, после проверки транслятором и при отсутствии ошибок программа попадает в интерпретатор, где может исполняться.

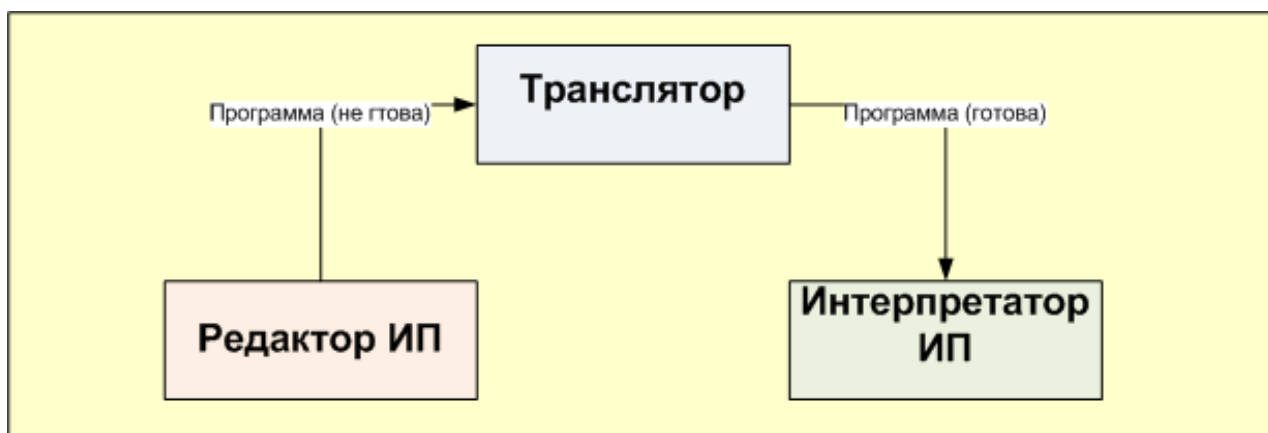


Рисунок 2.10 – Работа программы «Редактор и Интерпретатор ИП»

Для этапа выполнения программы на прикладном языке традиционно используется интерпретатор.

Интерпретатор – программный компонент, исполняющий пооператорное определение и исполнение программы. Распознав команду

исходного языка, он выполняет ее подходящим образом. После написания даже одной команды интерпретатор позволяет приступить к обработке данных. Процесс выполнения программ становится наиболее гибким. В ходе исполнения возникает возможность, в случае надобности, перехода к хоть какой команде исходного текста программы.

Не использовать дополнительные файлы позволяет отсутствие выходного машинного кода, а сам интерпретатор довольно просто адаптирован к хоть каким машинным архитектурам.

Признанным недочетом интерпретаторов считается невысокая скорость исполнения. Интерпретируемые программы выполняются медленнее программ, написанных в машинных кодах.

Минимально возможная временная выдержка составляет 0,1 секунды для аппаратно-программного комплекса автоматизированных испытаний космических агрегатов. Подготовка контекста выполнения для очередного шага интерпретации исполняемая интерпретатором циклограмм должна занимать меньше 0,1 секунды.

Инновационные аппаратные и общесистемные программные средства позволяют достичь данных показателей как для программ в машинных кодах, так и для интерпретаторов.

В трансляторах – отдельных составляющих, исполняющих синтаксический и генерацию кода готового к выполнению и семантический анализ, организация процессов трансляции, определяющая реализацию главных фаз, имеет возможность исполняться разным образом. Это определяется разными вариациями взаимодействия блоков транслятора:

- лексического анализатора;
- синтаксического анализатора;
- генератора кода.

Разделение функций испытательной программы «Редактор и Интерпретатор испытательных программ».

Язык испытаний, «Редактор и интерпретатор ИП» имеет основные функциональности операций языка испытаний. Каждая операция языка (действие испытания) представляет совокупность функций:

- редактирование;
- интерпретация.

Функциональность редактирования – это набор данных и функций их обработки, вместе выполняющих задачу редактирования (начальное задание и изменение набора данных целевой функциональности) этой операции.

Функциональность интерпретации - это набор данных и функций их обработки, вместе выполняющих задачу интерпретации набора данных целевой функциональности, этой операции.

Объединение функциональности редактирования образует объединение оригинальной функциональности с функциональностью интерпретации – операцию языка с возможностью её интерпретации. Совокупность сущностей фактически и является полноценной операцией

языка, со всеми возможными атрибутами и методами обработки, в требуемых приложениях системы.

Разделение функций представлено на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Разделение функций

Разделение функций позволяет оптимально и эффективно построить функциональные и структурные схемы редактора циклограмм и интерпретатора. Увеличить объем повторно используемого программного кода, что ускоряет разработку и упрощает сопровождение программных комплексов, повышает качество программного обеспечения. Модульное построение и метод разделения функциональности позволяют упростить решение вопросов модернизации программного обеспечения, а также расширения аппаратно – программного комплекса (АПК) КПА-СТ.

Проектирование метода редактирования циклограмм.

Редактировать циклограммы позволяет способ разделения функций. Метод разделения и редактирования циклограмм существует благодаря этому способу.

Циклограмма – это комплект руководств языка проведения испытаний. Свою точно определенную семантику имеет каждая конструкция. Метод показать интерпретатору, из каких семантических конструкций состоит программа.

В редакторе листинг циклограммы испытаний – это текст, отформатированный по конкретным правилам. Для проверки соответствия листинга циклограммы этим правилам используется, синтаксический транслятор. Транслятор проверяет верность введенной информации, соответствие её языку испытаний и в случае ошибки выдает предупреждение.

Этап синтаксической проверки в этом случае фактически отложен, по отношению к вводу информации.

Благодаря методу взаимодействия человека и программного обеспечения, при которых инструмент редактирования циклограмм испытаний максимально доступен для понимания и удобен для работы.

Структурный редактор является оптимальным для работы с прикладными языками. Процесс написания циклограммы состоит из управления графическими элементами с использованием операционных систем MS Windows.

Преимущества использования структурного редактора состоят в следующем:

- отсутствие этапа трансляции, соответственно нет необходимости разработки сложного синтаксического и семантического анализаторов;
- «мгновенная» готовность к интерпретации;
- широкие возможности модернизации языка.

К недостаткам можно отнести необходимость разработки более сложного (в отличие от текстового) редактора циклограмм.

Редактируя информацию в графических окнах, пользователь выполняет настройку каждой отдельной операции. Каждой операции языка испытаний соответствует отдельное окно редактирования её атрибутов. Работая в этом окне, пользователь сразу видит всю информацию об операции и узнает о возможностях её настройки. Разработчик циклограммы испытаний может в каждое окно ввести только строго определенную информацию, фактически, в каждом случае, только выбрав из предложенных вариантов настройки какого-либо атрибута операции один, требуемый ему. Сразу имея перед собой доступные для настройки атрибуты операции языка, пользователь интуитивно понимает и её назначение. Область возможных синтаксических и семантических ошибок, совершаемых пользователем минимизирована. Таким образом, сразу происходит этап «трансляции» циклограммы.

Благодаря, имеющейся возможности редактирования информации циклограмм, предложен метод редактирования директив оператору электрических испытаний. С помощью метода редактирования циклограмм, вместо директив оператору, прописать в редакторе ИП путь нахождения каждого файла, с которыми взаимодействует оператор в ручном режиме. Процесс испытаний космического аппарата станет более гибким и оперативным. Что будет удовлетворять всем требованиям заказчика.

Проектирование модульной структуры области действия языка испытаний.

Модульная структура области действия языка испытаний охарактеризуется, разграничением области действия по модулям построения структуры испытаний и представлена на рисунке 2.12. Данные ограничения совместно с программными единицами образуют иерархическую структуру во время исполнения циклограммы.

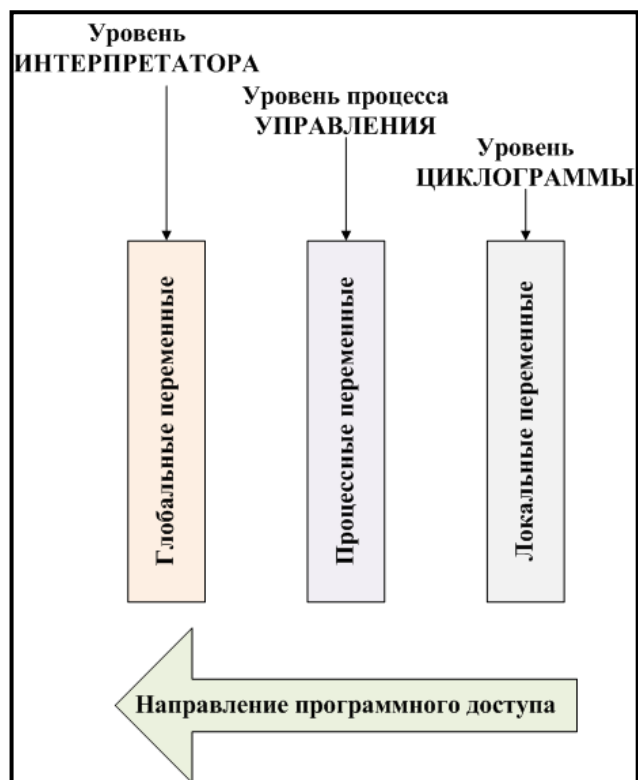


Рисунок 2.12 – Области действия переменных

Отдельный логический процесс, организующий интерпретацию циклограмм в соответствии с их приоритетом называется процессом управления.

Заявка – отдельная циклограмма, которая является головной для запущенных из неё дочерних циклограмм.

Циклограмма – отдельная циклограмма, основная единица выполнения.

В языке выделены некоторое количество областей действия: глобальная, процессная и локальная.

Данные области используются для разделения действий переменных.

Глобальная область подходит всему контексту выполнения всех циклограмм. Объекты, определённые в глобальной области доступны из всех циклограмм. Процессная область, подходит контексту исполнения единичного процесса управления. Объекты, определённые в процессной области доступны из всех циклограмм исполняемых в этом процессе управления. Локальная область подходит контексту исполнения отдельной циклограммы.

Выделение сущностей используемых в построении системы.

Абстракции, которые представляют основные сущности, используемые в описании методов построения системы, имеют словарь системы представленный на рисунке 2.13.



Рисунок 2.13 – Словарь системы

Действие испытания – представляет собой абстракцию для описания сущности, которая инкапсулирует базовые, присущие всем операциям, данные и методы их обработки.

Этап обработки – представляет собой абстракцию для описания сущности, которая инкапсулирует базовые, присущие всем этапам обработки действий, данные и методы.

Этап редактирования – представляет собой абстракцию для описания сущности, которая инкапсулирует базовые, присущие этапу редактирования действий, данные и методы.

Этап интерпретации – представляет собой абстракцию для описания сущности, которая инкапсулирует базовые, присущие этапу интерпретации действий, данные и методы.

На рисунке 2.13, наглядно показано каким образом из требуемого действия испытания и требуемой функциональности получается абстракция, обладающая всем необходимым, данными и методами, для обработки действия на данном этапе. Таким образом, можно набирать множество требуемых действий для обработки на требуемом этапе.

Эти механизмы действуют при, передачи действий испытаний от одного этапа обработки к другому. Они нужны для идентификации процессов и их дополнения, то есть построения определенных действий для шага обработки в соответствии с необходимым определенным шагом.

Предназначение подсистемы заключается в идентификации процессов испытаний.

Основные сущности абстракции:

- фабрика – формализует суть для автоматического создания, зарегистрированных у неё, объектов;

- действие Идент – формализует суть, инкапсулирующую способы идентификации присущие всем действиям;

- идентификация – формализует суть, инкапсулирующую способы работы с идентификаторами.

Восстановление и сохранение, действия испытания и подсистема, включены для сохранения контекста, рассматриваемой подсистемы.

Диаграмма классов метода разделения функций представлена на рисунке 2.14.

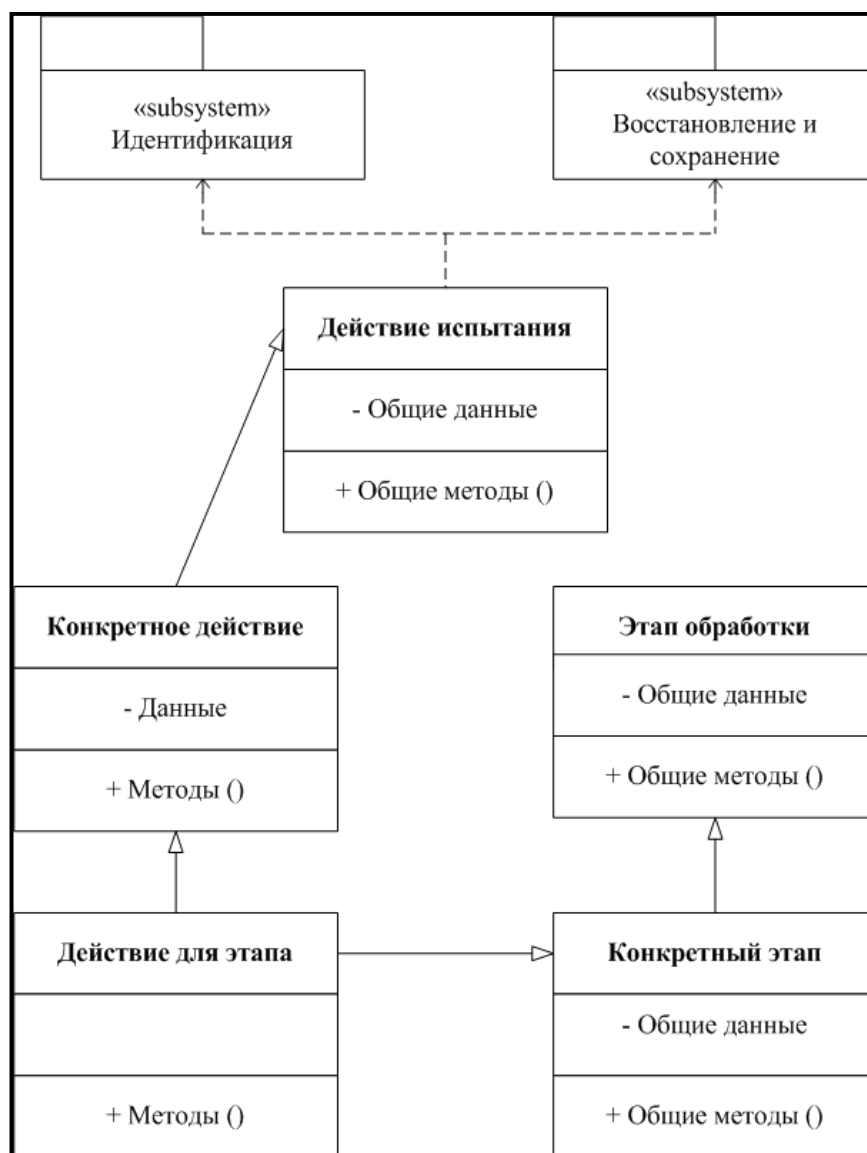


Рисунок 2.14 – Диаграмма классов метода разделения функций

Фабрика оперирует объектами класса Действие Идент то, следовательно, она находится в зависимости от данного класса, что и показано на диаграмме. Действие Идент, находится в зависимости от класса Идентификация, который она использует для работы с идентификаторами.

Действие Идент связана структурным отношением с подсистемой Восстановления и сохранения. Это отношение необходимо для связывания двух этих обобщенных подсистем для работы с классами конкретными действиями на этапах обработки. Действие испытания является конкретизацией Действия Идент. Подсистемы включены в систему метода разделения функций действий, связаны с классами Действие испытания и обеспечивают им ключевые сервисные возможности.

Абстракция Фабрика является широко используемым, в современном объектно-ориентированном проектировании механизмом, предназначенным для построения гибкого и надежного программного обеспечения. Фактически Фабрика содержит список идентификаторов и указателей на соответствующие им конструкторы зарегистрированных объектов, а также реализует соответствующий интерфейс для создания объектов. Во время создания Действий испытаний Фабрике передается идентификатор требуемого действия и по нему вызывается соответствующий конструктор.

Подсистема «Восстановление и сохранение» предназначена для записи в поток и считывания из потока отдельных Действий испытаний. Это позволяет организовать прием и передачу конкретных действий между различными этапами их обработки.

Абстракции подсистемы «Восстановление и сохранение»:

- восстановление – формализует сущность, которая инкапсулирует методы восстановления и сохранения объектов;
- действие Вост – формализует сущность, которая конкретизирует методы восстановления и сохранения применительно к конкретным действиям;
- действие Вост конкретизирует сущность Восстановление;
- действие Идент связано структурным отношением с Действие Вост. и связывает эту подсистему с подсистемой «Идентификации».

Диаграмма классов подсистемы «Восстановление и сохранение» представлена на рисунке 2.15.



Рисунок 2.15 – Диаграмма классов подсистемы «Восстановление и сохранение»

Проектирование модели функциональности редактирования.

Опираясь на диаграммы, моделирующие систему в основе, которой метод разделения функций действий испытаний, необходимо разработать диаграмму классов моделирующую функциональность Редактирования действий испытаний.

Работоспособность редактирования позволяет создавать редактирование атрибутов действий в согласовании с их типом и в зависимости от определенного процесса.

3 Разработка модуля проведения электрических испытаний в автоматическом режиме

3.1 Выбор средств разработки

Разработка ведется с целью автоматизации процесса электрических испытаний КА связи и направлена на улучшение качества испытаний.

Решаются следующие функциональные задачи:

- улучшение качества испытаний;
- оптимизация организации управления испытаний;
- повышение эффективности испытаний;
- сокращение требуемых временных людских ресурсов.

Для создания модуля автоматического режима выдачи РК была выбрана программа «Редактор и интерпретатор ИП» предназначена для написания испытательных программ (циклограмм) электрических испытаний космического аппарата связи, имеющие формат файла *.tso.

Испытательная программа представляет собой одну или несколько циклограмм. Названия циклограмм вынесены на закладки вверх.

Программа «Редактор и интерпретатор ИП» с удобным интерфейсом, как для написания испытательных программ, так и для проведения электрических испытаний КА связи.

До того момента пока не нажали клавишу «Страт» программа «Редактор и интерпретатор ИП» является «Редактор ИП», после нажатия на клавишу «Старт», программа «Редактор и интерпретатор ИП» является «Интерпретатор ИП».

Испытательная программа «Редактор и интерпретатор ИП» позволяет на месте редактировать ИП и тут же при запуске «Старт» испытывать изделие в комплексе. Язык формирования циклограмм очень доступный.

С помощью простых операторов, команд, можно задать необходимое значение для проведения электрических испытаний КА.

3.2 Структура циклограммы и работа с файлом формата *.tso

Файл формата *.tso содержит структуру циклограммы. Предназначен для работы в программе «Редактор и интерпретатор ИП» и предназначен для комплексного управления испытаниями КА.

Циклограмма испытательной программы «Редактор и Интерпретатор ИП» представляет собой одну или несколько таблиц. Названия таблиц вынесены на закладки вверх. Таблица выбирается нажатием левой кнопкой мыши на закладку. Циклограмма испытательной программы «Редактор и Интерпретатор ИП» с удобным интерфейсом, как для написания (редактирования) испытательных программ, так и для проведения электрических испытаний КА связи.

Изм.	Колоч.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

Внешний вид циклограммы испытательной программы «Редактор и Интерпретатор ИП» представлен на рисунке 3.1.

N	Время	Управление	Контроль	Действия	Примечание	Отчёт	Приём
1					Заключительные проверки (10,5 мин.)		
2		ZГ=0, %ВМ5=0,1;	ВМ5=0, ПП3=0, СКА=0;		Градировка Z	ВМ5=0,001831 - ok	
3		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=0, ТМ ПП3=0, ТМ ВМ6=0, ТМ СКА=0;			ТМ ВМ5=0 - ok ТМ ВМ6=0 - ok	00:00:09 > Вып РК3008;
4		ZГ=-7,6, %ВМ6=0,05;	ВМ6=2, СКА=1;	ZГ=-0,2, \$1,60	Градировка Z	ВМ6=1,952 - ok	
5		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ6=2, ТМ СКА=1, ТМ РКА1=1, ТМ РКА2=0, ТМ РКА3=1, ТМ РКА4=0, ТМ РКА5=0, ТМ РКА6=0;		Проверка счетчика СКА	ТМ ВМ6=1,961 - ok	00:00:23 > Вып РК3008;
6		ZГ=0, %ВМ6=0,1;	ВМ6=0, ПП3=1, СКА=0;		Градировка Z	ВМ6=0,01678 - ok	
7		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=0, ТМ ПП3=1, ТМ ВМ6=0, ТМ СКА=0;			ТМ ВМ5=0 - ok ТМ ВМ6=0 - ok	00:00:35 > Вып РК3008;
8		РК5024;			Исходное БУСО		00:00:38 > Вып РК5024;
9		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВБП=0;			ok	00:00:47 > Вып РК3008;
10		РК5032;	ПТМ=0;	АК=15;	Выключение СКП	ok	00:00:50 > Вып РК5032;
11		РК3008; Задержка=10;	ТМ ПТМ=0, ТМ ПЕКП=0;			ok	00:00:59 > Вып РК3008;
12		РК5031;	ПТМ=1, ПП3=0;		Включение СКП	ok	00:01:02 > Вып РК5031;
13		РК3008; Задержка=10;	ТМ ПТМ=1, ТМ ПП3=0, ТМ ПЕКП=1, ТМ РКА1=0, ТМ РКА2=0, ТМ РКА3=0, ТМ РКА4=0, ТМ РКА5=0, ТМ РКА6=0, ТМ РКБ1=0, ТМ РКБ2=0, ТМ РКБ3=0, ТМ РКБ4=0, ТМ РКБ5=0, ТМ РКБ6=0;		Проверка обнуления счетчиков СКА и СКБ	ok	00:01:11 > Вып РК3008;
14		РК5021;	КСТ1=1, ЛИД=1, ВСТ=1, ИСО=0;		Включение АЦ	ok	00:01:14 > Вып РК5021;
15		РК3008; Задержка=10;	ТМ КСТ1=1, ТМ ЛИД=1, ТМ ВАЦ=1, ТМ КОБ=1;			ok	00:01:23 > Вып РК3008;
16		ZГ=-16,6, %ВМ6=0,05;	СК1=1, СК2=1, СКА=1, СКБ=1;		Градировка Z	ok	
17			ТС1=1, ТС2=0, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;	АК=32;	Проверка РВ	ok	
18		Задержка=12;	ТС1=1, ТС2=0, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;			ok	
19			ТС1=0, ТС2=1, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;	АК=20;		ok	
20		ZГ=0, %ВМ6=0,1;	ВМ6=0, ПП3=1, СК1=0, СК2=0, СКА=0, СКБ=0;		Градировка Z	ВМ6=0,04303 - ok	
21		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=0, ТМ ПП3=1, ТМ ВМ6=0, ТМ СКА=0, ТМ СКБ=0;			ТМ ВМ5=0 - ok ТМ ВМ6=0,0516 - ok	00:02:10 > Вып РК3008;
22		ZГ=15,2, %ВМ5=0,05;	ВМ5=4, СКА=1, СКБ=1;	ZГ=+0,2, \$1,60	Градировка Z	ВМ5=3,953 - ok	
23		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=4, ТМ СКА=1, ТМ СКБ=1, ТМ РКА1=0, ТМ РКА2=1, ТМ РКА3=0, ТМ РКА4=0, ТМ РКА5=0, ТМ РКА6=0, ТМ РКБ1=0, ТМ РКБ2=1, ТМ РКБ3=0, ТМ РКБ4=0, ТМ РКБ5=0, ТМ РКБ6=0;		Проверка счетчиков СКА и СКБ	ТМ ВМ5=3,973 - ok	00:02:29 > Вып РК3008;
24		ZГ=0, %ВМ5=0,1;	ВМ5=0, ПП3=0, СКА=0, СКБ=0;		Градировка Z	ВМ5=0,0009155 - ok	
25		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=0, ТМ ПП3=0, ТМ ВМ6=0, ТМ СКА=0, ТМ СКБ=0;			ТМ ВМ5=0 - ok ТМ ВМ6=0 - ok	00:02:41 > Вып РК3008;
26		ZГ=-16,6, %ВМ6=0,05;	СК1=1, СК2=1, СКА=1, СКБ=1, ТС2=0;		Градировка Z	ok	
27			ТС1=1, ТС2=0, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;	АК=32;	Проверка РВ	ok	
28		Задержка=12;	ТС1=1, ТС2=0, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;			ok	
29			ТС1=0, ТС2=1, ТС3=0, ТС4=0, ТС5=0, ТС6=0;	АК=20;		ok	
30		РК5024;	КСТ1=0, ЛИД=0, ВСТ=0, ИСО=1, СК1=0, СК2=0, СК5=0;		Исходное БУСО	ok	00:03:16 > Вып РК5024;
31		РК3008; Задержка=10;	ТМ КСТ1=0, ТМ ЛИД=0, ТМ ВАЦ=0;			ok	00:03:25 > Вып РК3008;
32		ZГ=0, %ВМ6=0,1;	ВМ6=0, ПП3=1, СКА=0, СКБ=0;		Градировка Z	ВМ6=0,03693 - ok	
33		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=0, ТМ ПП3=1, ТМ ВМ6=0, ТМ СКА=0, ТМ СКБ=0;			ТМ ВМ5=0 - ok ТМ ВМ6=0 - ok	00:03:37 > Вып РК3008;
34		ZГ=15,2, %ВМ5=0,05;	ВМ5=4, СКА=1, СКБ=1;	ZГ=+0,2, \$1,60	Градировка Z	ВМ5=3,952 - ok	
35		РК3008; Задержка=10;	ТМ ВМ5=4, ТМ СКА=1, ТМ СКБ=1, ТМ РКА1=0, ТМ РКА2=0, ТМ РКА3=1, ТМ РКА4=0, ТМ РКА5=0, ТМ РКА6=0, ТМ РКБ1=0, ТМ РКБ2=0, ТМ РКБ3=1, ТМ РКБ4=0, ТМ РКБ5=0, ТМ РКБ6=0;		Проверка счетчиков СКА и СКБ	ТМ ВМ5=3,922 - ok	00:03:55 > Вып РК3008;
36		ZГ=7,6, %ВМ5=0,05;	ВМ5=2, СКБ=0;	ZГ=+0,2, \$1,60	Градировка Z	ВМ5=1,956 - ok	

Рисунок 3.1 – Интерфейс циклограммы испытаний в файле формата *.tso

3.3 Разработка алгоритма выполнения команд управления в автоматическом режиме

Разработанный алгоритм выполнения команд управления в автоматическом режиме позволит проводить испытания КА связи в автоматическом режиме.

Уникальность заключается в том, что выдача команд управления теперь будет выдаваться в ходе испытаний с помощью разработанного алгоритма нахождения нужного файла с нужным форматом в автоматическом режиме.

Нахождение пути и нужного файла будет происходить по локальной вычислительной сети контрольной проверочной аппаратуры (ЛВС КПА-СТ)

Изм.	Колич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

41

в автоматическом режиме с запуском на исполнение и завершением сеанса с автоматической записью в БД.

Разработанный алгоритм подходит для обработки файлов, имеющих уникальное имя и свой формат, находящихся на разных ПК, вошедших в состав КПА-СТ и будет применяться на заводе изготовителя во время проведения электрических испытаний КА.

Разработанный алгоритм будет применяться в ходе испытаний и с аналогичными спутниками связи. На рисунке 3.2 представлен алгоритм выполнения КУ в автоматическом режиме.

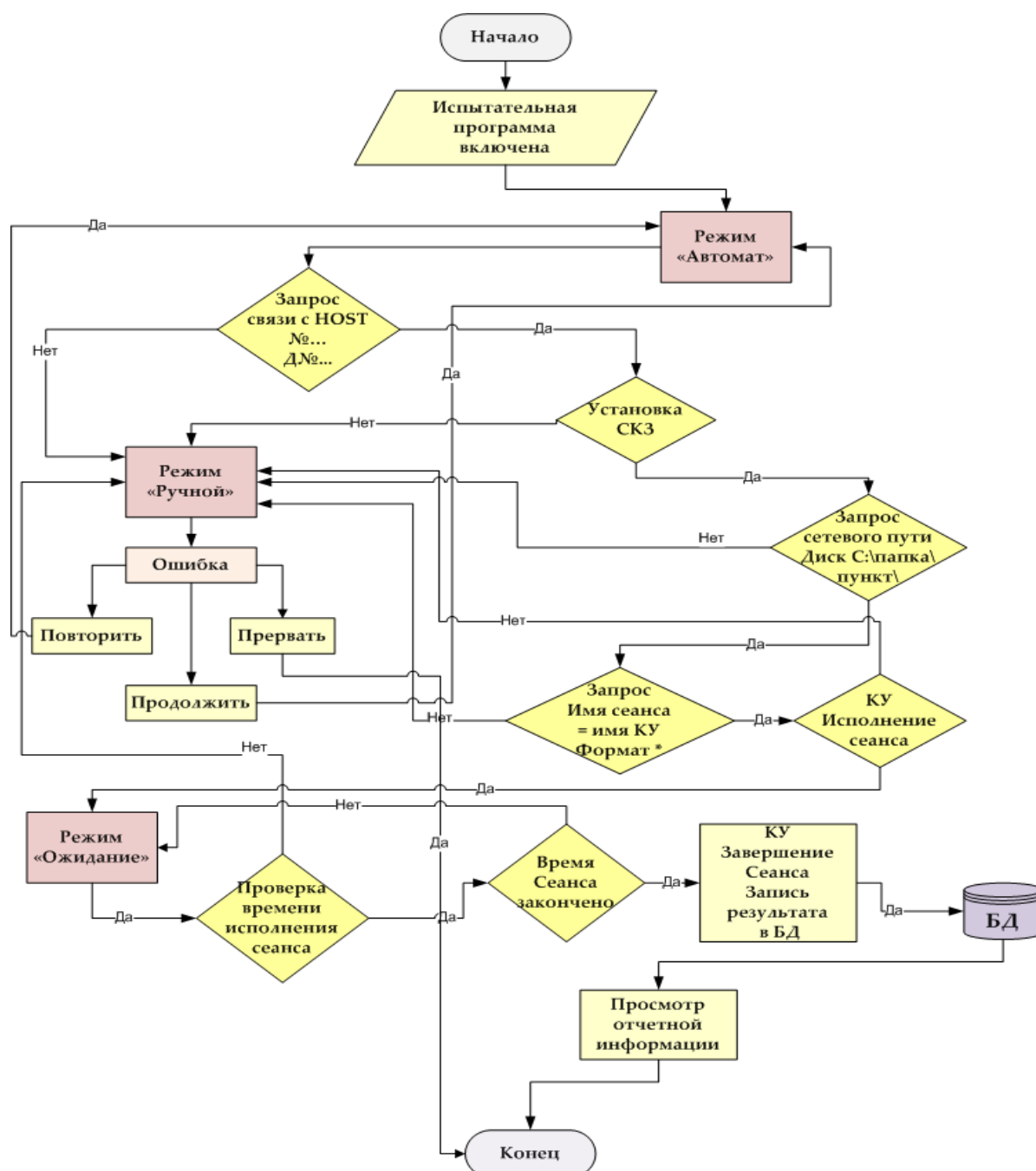


Рисунок 3.2 – Алгоритм выполнения КУ автоматическом режиме

Разработка алгоритма управления и обработка файлов формата *.slc в автоматическом режиме.

Файлы формата *.slc предназначены для работы с командами управления 1, 2, 3, 4, 6, 10 группы.

Для обработки файлов формата *.slc разработан алгоритм работы циклограммы в автоматическом режиме.

В программе «Редактор ИП» прописываем:

- сетевой путь;
- имя файла;
- расширение файла.

В ходе испытаний программа «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные, по разработанному алгоритму, находит нужный файл и запускает его на исполнение с помощью других программ вошедших в состав КПА-СТ.

После того, как поступила команда обращения к нужному файлу, а наименование файла и есть наименование команды, происходит обработка файла в автоматическом режиме.

Обработка файлов формата *.slc производится с помощью специальной программы для проведения сеанса и исполнения, установленной на ПК1 и ПК2, вошедшие в состав КПА-СТ. Файлы формата *.slc предназначены для работы в Д1 и Д2, после успешного завершения сеанса в окне протокол смотрим данные о исполненной команде и успешное прохождение данного сеанса со словом «Конец».

На рисунке 3.3 представлен алгоритм нахождения сетевого пути файла, имеющие формат *.slc диапазона 1.

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

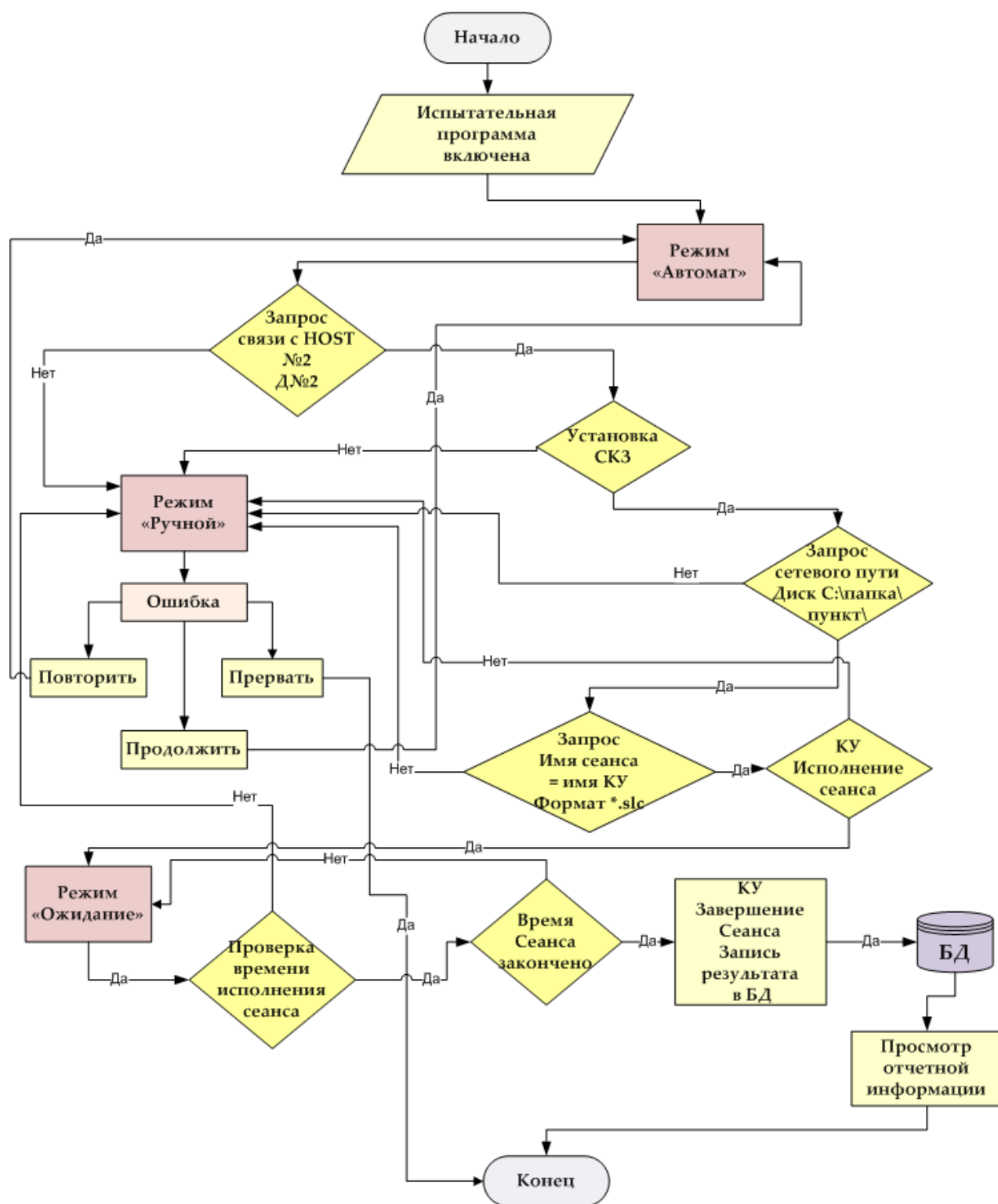


Рисунок 3.4 – Алгоритм выполнения КУ автоматическом режиме для файлов формата *.slc диапазона 2

В ходе испытаний нужно провести сеанс команды управления в автоматическом режиме «С_Д2_3006_Съем накопленной_ТМ», для чего в программе «Редактор ИП» прописываем сетевой путь нахождения нужного файла.

Далее испытательная программа «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные и выбирает нужный файл с нужным наименованием, запускает его на исполнение, после успешного прохождения, переход на следующую строку для выполнения последующих действий.

Пример 1

Сброс индикации;

Host2_Уст_Д=2; Host1_Уст_Ключ=1; Host2_Зациклить=0;

//Прописываем диапазон, номер хоста, номер ключа//

Host2_Путь=«C:\@PK_KPA_ST\Seans\Sadko\D2\Пункт-Съем служебных массивов»

//Путь к самому файлу, тот, который нужно выбрать автоматически, заранее зная, в какой папке и на каком ПК находится данный файл согласно заложенной логике и документации на КПА-СТ//

Host2_Завершение=0; Host2_Результат=0; //Указание программе//

Host1_Сеанс_Пуск=«C_Д2_3006_Съем накопленной телеметрии ТМ.slc»; //Указание программе начать сеанс//

Host2_Завершение=1; //Указание программе, после прохождения сеанса - завершить//

АК=120; //Прописываем время 120 секунд//

Host2_Результат=0; // Указание программе//

Управление и контроль электрическими испытаниями с файлом формата *.slc представлен на рисунке 3.5.

Время	Управление	Контроль	Действия	Примечание
	Сброс индикации; Host2_Уст_Д=2; Host1_Уст_Ключ=1; Host2_Зациклить=0;			Съем накопленной ТМ до 5-и раз
	Host2_Путь="C:\@PK_KPA_ST\Seans\Sadko\D2\Пункт - Съем служебных массивов"; <5>			
	Host2_Зациклить=0; Host2_Результат=0; Host2_Сеанс="C_Д2_3006_Съем накопленной ТМ.slc"; Host2_Пуск=1;	Host2_Завершение=1;	АК=120;	
	Задержка=10;	Host2_Результат=0;	(4)	Красные строки
	Задержка=10;			

Рисунок 3.5 – Управление и контроль электрическими испытаниями с файлом формата *.slc

На ПК 2 в окне программы Host2, видим успешное прохождение команды с файлом формата *.slc «C_Д2_3006_Съем накопленной ТМ.slc» представлен на рисунке 3.6.

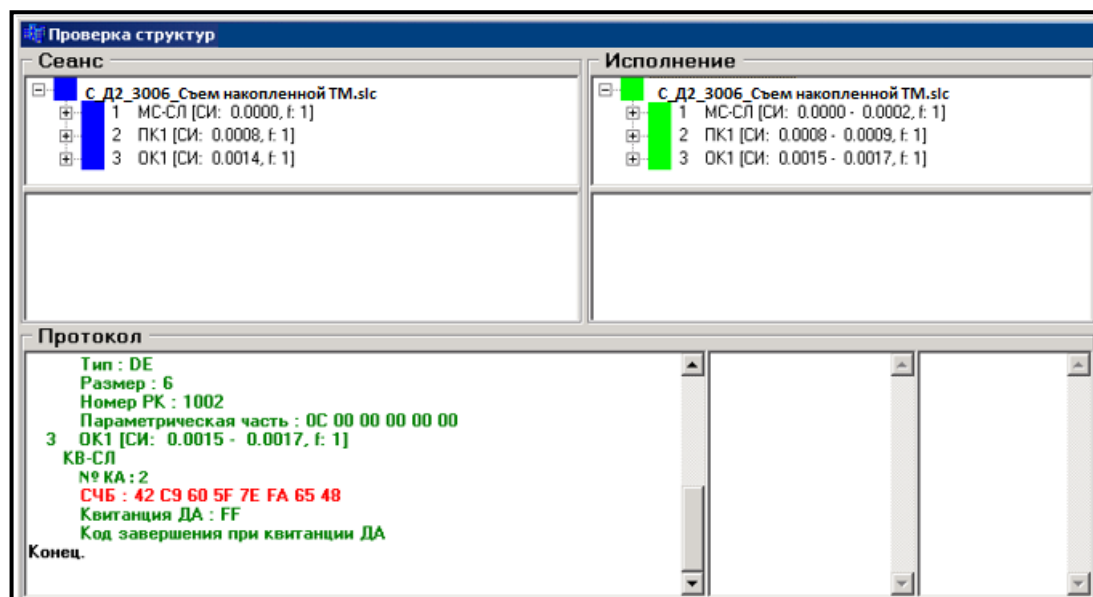


Рисунок 3.6 – Прохождение радиокоманды «С_Д2_3006_Съем накопленной ТМ.slc»

Разработка алгоритма управления и обработка файлов формата *.scb в автоматическом режиме.

Файлы формата *.scb предназначены для работы КУ 5 группы управляют системами КА (объектовые команды).

Для обработки файлов формата *.scb разработан алгоритм работы циклограммы в автоматическом режиме.

В программе «Редактор ИП» прописываем сетевой путь, имя файла, расширение файла.

В ходе испытаний «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные, по разработанному алгоритму, находит нужный файл и запускает его на исполнение с помощью других программ вошедших в состав КПА-СТ.

После того, как поступила команда обращения к нужному файлу, а наименование файла и есть наименование команды, происходит обработка файла в автоматическом режиме.

Алгоритм выполнения КУ 5 группы в автоматическом режиме для файлов формата *.scb представлен на рисунке 3.7.

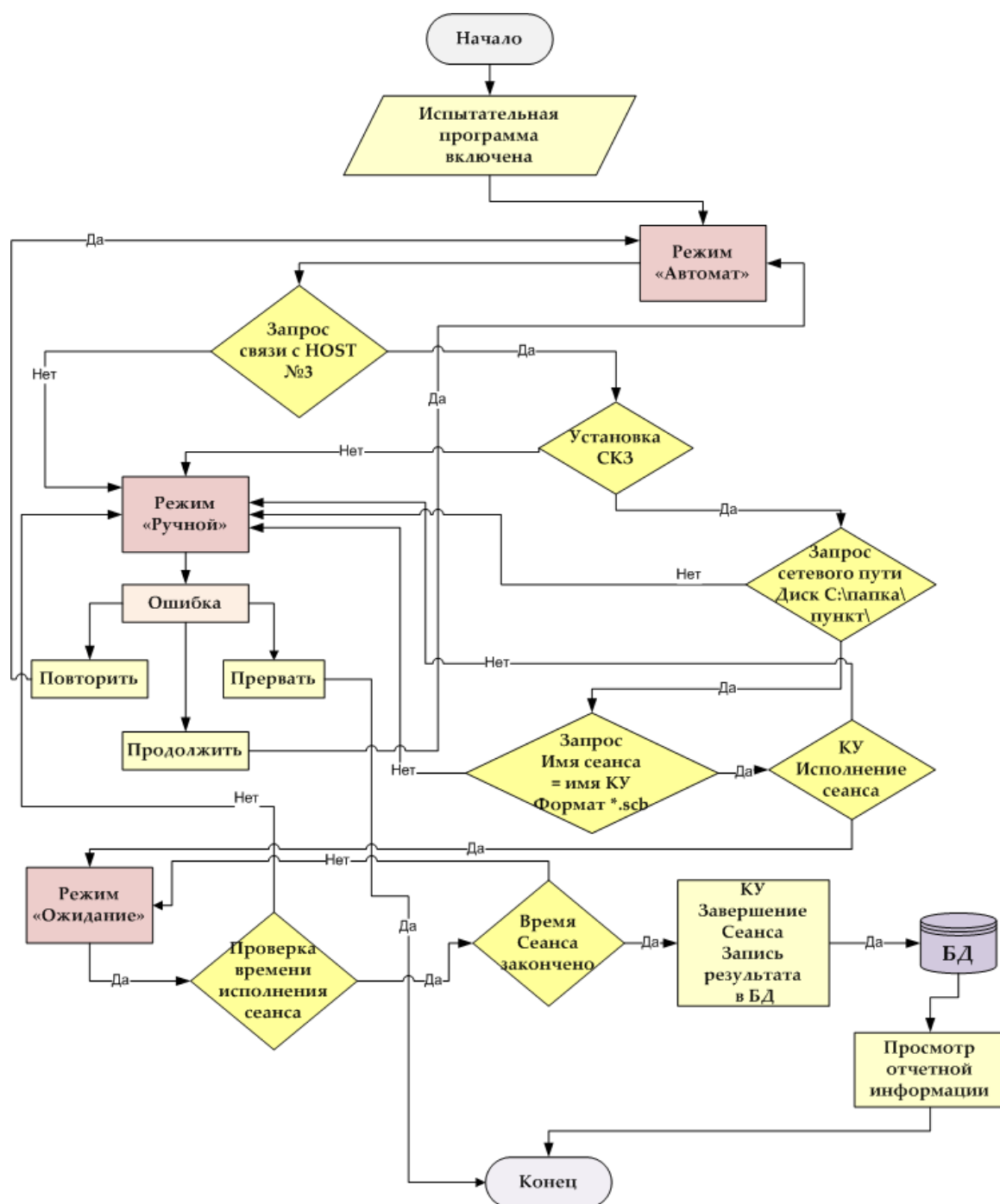


Рисунок 3.7 – Алгоритм выполнения КУ 5 группы в автоматическом режиме для файлов формата *.scb

В программе «Редакторе ИП» прописываем сетевой путь нахождения нужного файла.

Далее «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные и выбирает нужный файл с нужным наименованием, запускает его на исполнение, после успешного прохождения, переход на следующую строку для выполнения последующих действий.

Аналогично примеру 1, прописываем указание программе на выдачу РК как показано на рисунке 3.8.

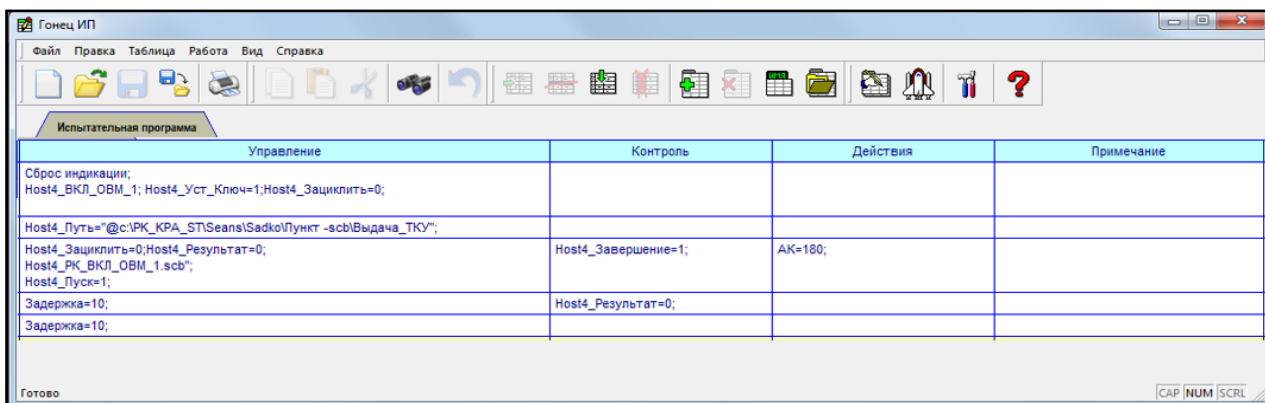


Рисунок 3.8 – Управление и контроль электрическими испытаниями с файлом формата *.scb

На ПК 3 в окне программы Выдача ТКУ, видим успешное прохождение команды с файлом формата *.scb «РК_ВКЛ_OBM_1.scb». Блок OBM_1 стал зеленым цветом, значит включен – рисунок 3.9.

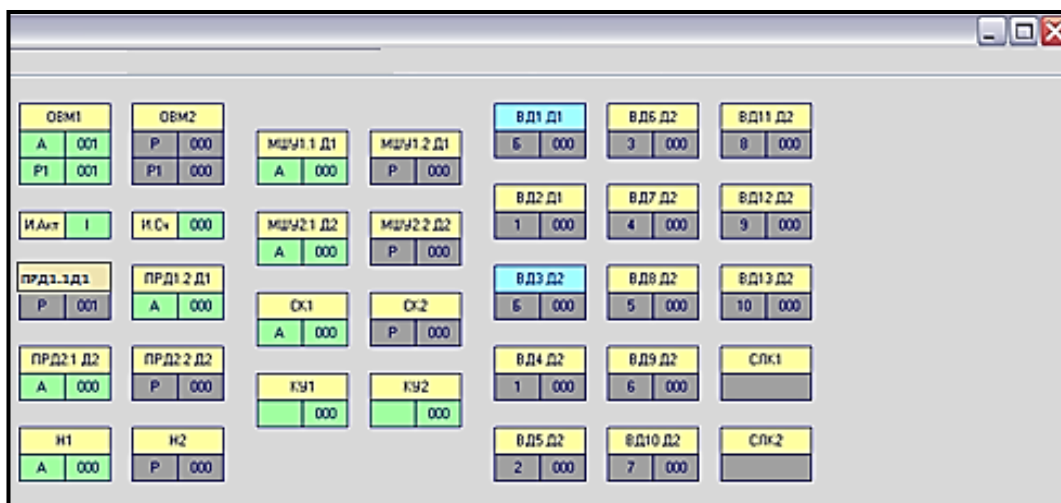


Рисунок 3.9 – Таблица конфигурации переключения объектовых команд

Разработка алгоритма управления и обработка файлов формата *.slk в автоматическом режиме.

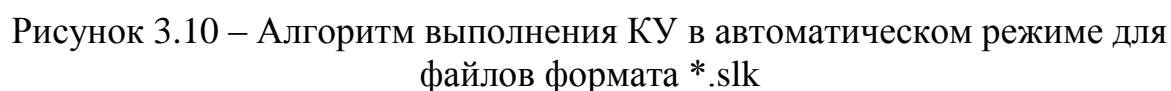
Файлы формата *.slk предназначены для работы КУ 1, 2, 3, 4, 6, 10 группы управляют служебным каналом СЛК БРТК.

В ходе испытаний «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные, по разработанному алгоритму, находит нужный файл и запускает его на исполнение с помощью других программ вошедших в состав КПА - СТ.

После того, как поступила команда обращения к нужному файлу, а наименование файла и есть наименование команды, происходит обработка файла в автоматическом режиме.

В программе «Редакторе ИП» прописываем сетевой путь нахождения нужного файла.

Для обработки файлов формата *.slk разработан алгоритм работы циклограммы в автоматическом режиме представлен на рисунке 3.10.



В «Редакторе ИП» прописываем:

- сетевой путь;
- имя файла;
- расширение файла.

Аналогично примеру 1, прописываем указание программе на выдачу ПК (рисунок 3.11).

Управление	Контроль	Действия	Примечание
Сброс индикации; Host1_ВКЛ_СЛК_1; Host1_Уст_Ключ=1; Host1_Защитить=0;			
Host1_Путь="@c:\ПК_КРА_Ст\Seans\Sadkol\Пункт -СЛК\Переключение_СЛК";			
Host1_Завершение=0; Host1_Результат=0; Host1_ПК_ВКЛ_СЛК_1.slk";	Host1_Завершение=1;	AK=300;	
Host1_Пуск=1;			
Задержка=10;	Host1_Результат=0;		
Задержка=10;			

Рисунок 3.11 – Управление и контроль электрическими испытаниями с файлом формата *.slk

На ПК 1 в окне программы Host1_ТППУ СЛК, видим успешное прохождение команды с файлом формата *.slk «ВКЛ_СЛК_1.slk».

Включение СЛК1 по команде управления (рисунок 3.12).

Номер п/к СЛК: 1 п/к [Запросить]

Частотные параметры: [Загрузить]

Тест связи по СЛК

В режим монитора

Запрос своб. памяти

Исполнить SLC

Выключить СЛК

Тестирование ППУ

Тип проверки: ☒ Передатчик (несущая) ☐ Передатчик (модуляция) ☒ Приёмник 0x37

№ частоты: ☒ 1 ☐ 2

Передачик: ☒ Г ☐ Sin

Атт Г: 40

Защитить: ☐ Перебор: ☐

Тестовая информация: У СЛК\Files\GmskSS1.bin

Пакетов: 1 Повторов: 23

Кодирование пакета: ☒ Без кодирования ☐ С кодированием

Начать

Протокол

ВКЛ_СЛК_1.slk

№ п/к: 1

СЛК_1 включен

Конец

Вероятность ошибок

Кол-во байт: 0 Порог, Е-6: 1000

Кол-во ошибок: 0

Вероятность: 0

Очистить Е Остановить

Соединение с ComConnector на 192.168.200.4 установлено.

Рисунок 3.12 – Включение СЛК1 по команде управления

Разработка алгоритма управления и обработка файлов формата *.txt в автоматическом режиме.

Файлы формата *.txt предназначены для работы КУ 1, 2, 3, 4, 6, 10 группы управляют служебным каналом БРТК.

Для обработки файлов формата *.txt разработан алгоритм работы циклограммы в автоматическом режиме.

В программе «Редактор ИП» прописываем сетевой путь, имя и расширение файла.

В ходе испытаний программа «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные, по разработанному алгоритму, находит нужный файл и запускает его на исполнение с помощью других программ вошедших в состав КПА-СТ.

После того, как поступила команда обращения к нужному файлу, а наименование файла и есть наименование команды, происходит обработка файла в автоматическом режиме.

Для обработки файлов формата *.txt разработан алгоритм работы циклограммы в автоматическом режиме.

В программе «Редакторе ИП» прописываем сетевой путь нахождения нужного файла.

Далее программа «Интерпретатор ИП» интерпретирует данные и выбирает нужный файл с нужным наименованием, запускает его на исполнение, после успешного прохождения, переход на следующую строку для выполнения последующих действий.

На рисунке 3.13 представлен алгоритм нахождения сетевого пути файла, имеющий формат *.txt.

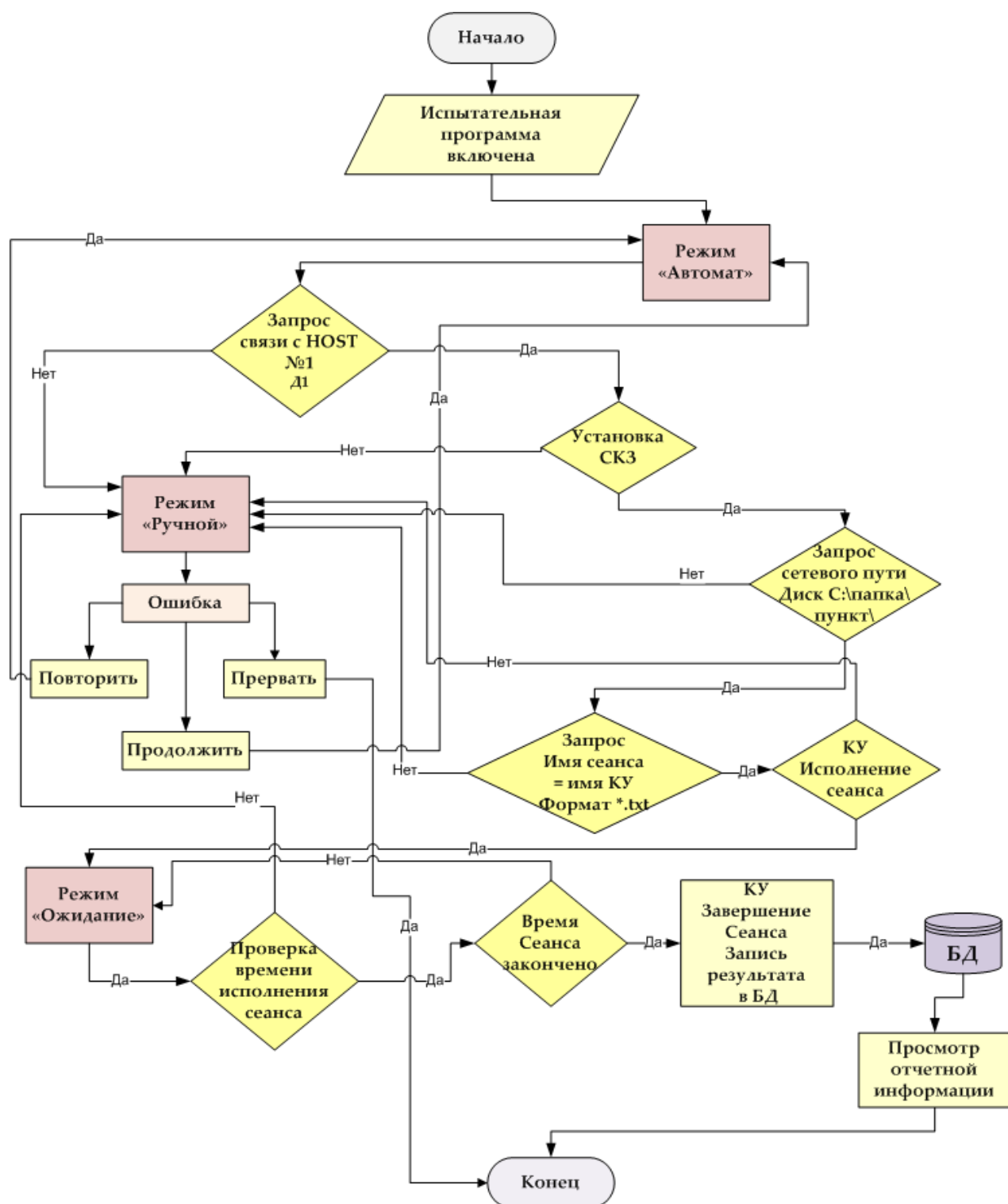


Рисунок 3.13 – Алгоритм выполнения КУ в автоматическом режиме для файлов формата *.txt

Аналогично примеру 1, прописываем указание программе на выдачу РК (рисунок 3.14).

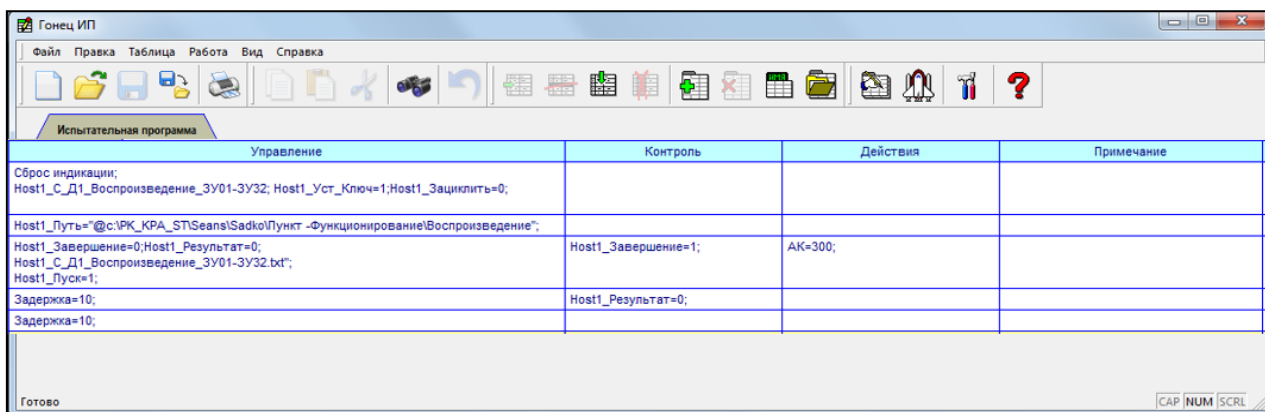


Рисунок 3.14 – Управление и контроль электрическими испытаниями с файлом формата *.txt

На ПК 1 в окне программы Host1_Проверка СадкоД1, видим успешное прохождение команды с файлом формата *.txt «С_Д1_Воспроизведение_ЗУ014-ЗУ32.txt» представленное на рисунке 3.15.

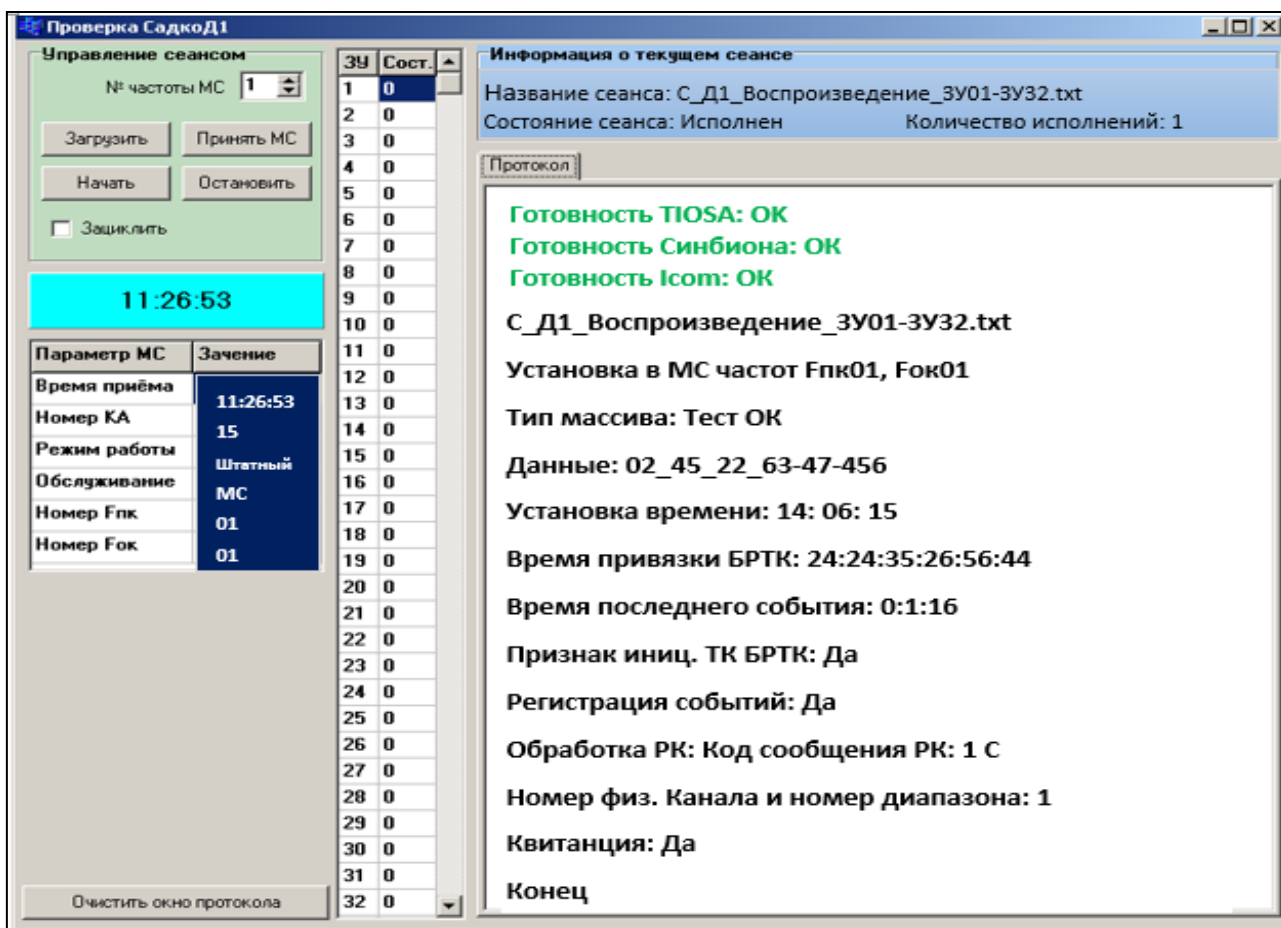


Рисунок 3.15 – Работа с файлом С_Д1_Воспроизведение_ЗУ01-ЗУ32 формата *.txt

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над дипломным проектом была проведена разработка автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи.

Произведен анализ предметной области применения СПО КПА-СТ АРМ оператора ЭИ КА связи. Выявлены недостатки существующего СПО КПА-СТ: в ходе испытаний КА с помощью главной испытательной программы постоянное обращение к оператору ЭИ, директива оператору комплексных испытаний дает указания хода выполнения испытаний, качество и эффективность испытаний снижается за счет ошибки оператора, организация управления испытаний не на высочайшем уровне, требуются временные и людские ресурсы.

Определены технические требования к системе, которые гарантируют соответствие программной системы формализованному процессу функционирования.

Испытательная программа «Редактор и Интерпретатор ИП» представляет собой полноценный и самостоятельный продукт, обеспечивающий полноценный контроль и управление комплексными испытаниями КА.

Осуществлена модернизация информационной системы автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи для снижения влияния человеческого фактора, которое приведет к повышению качества и эффективности проведения испытаний. Решены следующие задачи:

Спроектированы структурная схема и архитектура СПО КПА-СТ, сформированы методы построения СПО и метод редактирования циклограмм, осуществлена модель функциональности редактирования и интерпретации.

Разработаны алгоритмы выполнения команды управления в автоматическом режиме. Разработанные алгоритмы позволяют испытывать КА связи в автоматическом режиме.

Осуществлено внедрение и тестирование СПО КПА - СТ, что позволило провести испытания КА связи в автоматическом режиме.

С помощью разработанных алгоритмов решены следующие функциональные задачи: улучшение качества испытаний, оптимизация организации управления испытаний, повышение эффективности испытаний, сокращение требуемых временных людских ресурсов.

Разработка и внедрение данного программного продукта на АО «ИСС» приведет к улучшению качества работы операторов ЭИ КА связи, улучшению качества выпускаемой продукции предприятия и будет использоваться работниками отдела комплексного проектирования и электрических испытаний космических аппаратов, как входные данные для разработки АРМ оператора ЭИ КА связи.

Разработанное АРМ оператора ЭИ КА связи для проведения комплексных испытаний в автоматическом режиме будет использоваться работниками АО «ИСС» цеха 038 для проведения электрических испытаний КА связи и будет удовлетворять всем заявленным требованиям заказчика, а также будет применяться для проведения электрических испытаний с аналогичными спутниками связи.

						ДП-230102.65-2016 ПЗ	Лист
							56
Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата		

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО	Акционерное общество
АРМ	Автоматизированное рабочее место
БА	Бортовая аппаратура
БД	База данных
БКУ	Бортовой комплекс управления
БПО	Бортовое программное обеспечение
БРТК	Бортовой радиотехнический комплекс
БУК	Блок задания токов
ВКР	Выпускная квалифицированная работа
ВЧ	Высокая частота
ГУ	Гравитационное устройство
ИО	Имитатор объекта
ИП	Испытательная программа
ИСС	Информационно спутниковые системы
КА	Космический аппарат
КБ	Канальный блок
КИ	Комплексные испытания
КО	Контакт отделения
КПА-СТ	Контрольно проверочная аппаратура
КУ	Команда управления
ЛВС	Локально вычислительная сеть
МС	Маркерный сигнал
НКУ	Наземный комплекс управления
ОК	Обратный канал
ОК	Объект контроля
ОН	Отключение нагрузки
ОРК	Объектовая радиокоманда
ПИ	Программа испытаний
ПК	Прямой канал
ПО	Программное обеспечение
ППК	Приемо-передающий комплекс
ППО	Приемо-передающее оборудование
ПЧ	Пониженная частота
ПЭВМ	Персональная вычислительная машина
СК	Система коррекции
СКЗ	Система криптозащита
СЛК	Служебный канал
СН	Снятие нагрузки
СОС	Система ориентации и стабилизации
СПО	Специальное программное обеспечение
СТР	Система терморегулирования
СУ	Система управления

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

57

СУУ	Система удаленного управления
СЭП	Система электропитания
ТК	Технологическая команда
ТКУ	Технологическая команда управления
ТМИ	Телеметрическая информация
ТС	Телесигнализация
ТУ	Техническое указание
ЭЗ	Электрозамок

Изм.	Коллич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ДП-230102.65-2016 ПЗ

Лист

58

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированная система управления и информационно – телеметрического обеспечения. Документ Управления Интерфейсами (ICD). 154.12700 – 2011. – 78 с.
2. Барков, А.В. Методы построения программного обеспечения автоматизации испытаний космических аппаратов связи и навигации/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Сиб. гос. Аэрокосм. ун-т имени акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск, 2006. – 145 с.
3. ГОСТ Р 19.701-90 Схемы алгоритмов, программ данных и систем. – Введ. 01.01.1992. – М.: Стандартиформ, 2012. – 17 с.
4. Протокол согласования интерфейса «Редактора и Интерпретатора ИП». Редакция 21.12.2011. – 64 с.
5. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. СТО 4.2–07–2014. СФУ, Красноярск, 2014. – 60 с.

Изм.	Копич.	Лист.	№ док	Подпись	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание

На основании требований заказчика было разработано техническое задание.

А.1 Основание для разработки системы

Основанием для разработки является задание на дипломный проект.

А.2 Назначение и цель разработки

А.2.1 Назначение разработки

- улучшение качества испытаний;
- оптимизация организации управления испытаний;
- повышение эффективности испытаний.

А.2.2 Цель разработки

Модернизация информационной системы автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи для снижения влияния человеческого фактора, которое приведет к повышению качества и эффективности проведения испытаний с помощью внедрения модуля проведения электрических испытаний в автоматическом режиме, путем редактирования циклограмм ИП главной программы испытаний «Редактор и Интерпретатор ИП».

А.3 Технические требования к программе или программному изделию

А.3.1 Требования к функциональным характеристикам

Разработанное программное средство должно в процессе выполнения циклограммы автоматически выбирать и запускать нужный файл с разным наименованием и форматом.

А.3.2 Требования по надежности

Программа должна нормально функционировать при бесперебойной работе компьютера. При возникновении сбоя в работе аппаратуры, восстановление нормальной работы должно производиться после:

- перезагрузки операционной системы (ОС);
- запуска исполняемого файла программы.

А.3.3 Требования к условиям эксплуатации

Требования к условиям эксплуатации данного программного изделия соответствуют требованиям, предъявляемым к условиям эксплуатации персонального компьютера: работа должна проводиться в нормальных климатических условиях - в помещениях с температурой окружающей среды от 10° до 35°, и относительной влажностью от 20% до 80%.

А.3.4 Требования к аппаратным средствам

Состав аппаратных средств и их основные характеристики:

- ПЭВМ на базе процессора IntelPentiumIV2.2 GHz, объемом оперативной памяти от 512 Mb и объемом жесткого диска 80 Gb;
- монитор Samsung 19'';
- клавиатура и мышь Genius;

Требования к пользовательскому интерфейсу:

- гибкость и практичность системы меню;
- простота выбора используемых функций;
- удобный графический интерфейс;
- наглядность представления информации.

А.3.5 Требования к программной и информационной совместимости
Программа должна запускаться в операционной системе Windows XP.

А.3.6 Требования к документации

К программному изделию должны прилагаться следующие документы:

- техническое описание;
- руководство пользователя.

А.3.7 Требования к безопасности

Аппаратные средства должны быть заземлены в соответствии с инструкцией по эксплуатации ПК.

А.3.8 Требования по эргономике и технической эстетике

Необходимо подобрать цвета таким образом, чтобы они не утомляли и не раздражали пользователя. Желательно использовать символику организации при оформлении форм приложения.

При расположении объектов стоит разбивать их на смысловые группы.

Стоит использовать единообразные формы и способы выполнения операций.

А.4 Безопасность при эксплуатации ПЭВМ

Перед началом работы с электроизмерительными приборами пользователь должен ознакомиться с инструкцией по безопасности. Должна быть произведена классификация помещения по взрывоопасности, по степени огнестойкости, по степени поражения электрическим током.

А.5 Стадии и этапы разработки:

- техническое задание;
- техническое предложение;
- эскизное проектирование;
- техническое проектирование;
- рабочая документация.

А.6 Порядок контроля и приемки

Проверка на работоспособность должна осуществляться последовательной проверкой выполнения всех встроенных функций после установки данного изделия.